

Рис. 26. Шахта № 1.

Свинцово-цинковый рудник Сулливан в Канаде, 1956 год/ (Перевод из журнала «Can. Min. J.» 1954, т. 75, № 5, стр. 142-174)

На руднике Сулливан, производительность которого составляет в настоящее время 10000 тонн руды в сутки, работает приблизительно 1025 человек. Рудоуправление, возглавляемое главным управляющим рудника, состоит из следующих рабочих и вспомогательных отделов:

Рабочие отделы:

а/ производственный отдел,

б/ отдел эксплуатации ремонта.

в/ технический отдел,

г/ отдел подготовительных и исследовательских работ,

д/ отдел техники безопасности.

Вспомогательные отделы:

а/ геологический отдел,

б/ отдел складского хозяйства,

в/ отдел учёта,

г/ отдел кадров.

Рабочие отделы

Производственный отдел. На подземных и открытых горных работах занято около 625 человек. Руководство ими осуществляет начальник производственного отдела, имеющий двух помощников.

Один помощник отвечает за все подземные горные работы выше, горизонта 1170 м. Он несёт ответственность за 50% всей добычи рудника и в его распоряжении находится 60% всей рабочей силы.

Горные работы ведутся на большой площади, и добыча производится, главным образом, из целиков. Площадь разделена на три участка, во главе каждого из которых стоит начальник участка. Каждому начальнику участка подчиняется ряд сменных мастеров, мастеров по откатке и мастеров по креплению и ремонту выработок.

Другой помощник начальника производственного отдела отвечает за все подземные горные работы ниже горизонта 1170 м и за открытые работы. Находящиеся в его ведении подземные горные работы дают – 20% всей добычи рудника и на них сосредоточено S5 % всей рабочей силы. Добыча из открытых работ, на которых занято 35 % всей рабочей силы, составляет 20% всей добычи рудника. На подземном участке имеется один начальник участка и такие же горные мастера, что указывались выше для других участков. Горные работы ведутся здесь на меньшей площади и имеют более прямое направление, чем на участке выемки целиков. Руководство открытыми работами осуществляется непосредственно одним начальником участка и одним сменным мастером.

Все договорные работы на руднике находятся в ведении инженера по договорам, штат которого состоит из трёх человек. Он работает в тесном контакте с помощниками начальника производственного отдела, но подчиняется непосредственно самому начальнику.

Отдел эксплуатации ремонта.

На ремонтных работах на руднике занято, приблизительно, 280 человек. Работы возглавляются начальником по ремонту и эксплуатации механизмов, который имеет двух помощников: мастера-механика, руководящего всеми механическими работами и главного

электрика, руководящего всеми электрическими работами. Различные мастерские и ремонтные работы на руднике имеют соответствующих мастеров.

Технический отдел.

Этот отдел имеет нормальный штат в 55 человек и возглавляется главным инженером рудника. Отдел имеет пять основных участков работы: проектирование, технология подземных работ, технология открытых работ, бурение глубоких скважин и закладка. Эти участки являются основными для обучения новых инженеров, которые вначале работают в секции проектирования.

Отдел подготовительных и исследовательских работ.

Нормальный штат этого отдела состоит из 13 человек. Двумя главными участками работы отдела являются вентиляция и исследовательские работы. В течение первых двух лет своей службы в компании новые инженеры проводят, по крайней мере, шесть месяцев в этом отделе.

Отдел техники безопасности.

Штат этого отдела состоит из 7 человек. Работа отдела заключается в проведении мероприятий по оказанию первой помощи и по предохранению от несчастных случаев, а также в руководстве курсами по обучению рабочих.

Вспомогательные отделы.

Отделы учёта, складского хозяйства и кадров на руднике входят в соответствующие отделы компании, но обслуживают только рудник. Эти отделы работают в тесном контакте с производственным отделом рудника.

Геологический отдел.

Штат геологического отдела, возглавляемого, областным геологом, насчитывает почти тридцать человек, двенадцать из которых являются коллекторами и чертёжниками. Геологи разделяются на несколько групп, состоящих из начальника группы и одного или двух помощников. Каждая группа несет ответственность за вою обычную геологическую работу на определённом участке рудника. Кроме того, несколько человек занимаются специальными исследовательскими работами. Эти работы могут быть временными, имея отношение к отдельным вопросам строения месторождения, или могут носить продолжительный характер, так как геологам на руднике Сулливан, кроме обычной геологической работы, приходится иметь дело с вопросами геологии, которые редко встречаются на менее крупных предприятиях. Примерами такой специальной работы являются работы:

1/по изучению оседания,

2/ тщательной обработке данных по добыче и запасам,

3/ определению зонального распределения главных и побочных металлов,

4/определению пригодности различных типов руд для обогащения в тяжёлых суспензиях.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Два первоначальных участка разработки Хэмлет и Шэйлокк, из которых позднее был образован рудник Сулливан, были открыты в августе 1892 г.

В 1896 г, эти участки были куплены компанией Сулливан Гроун Майнпнг Компания

В 1903 г, компанией был построен металлургический завод в Мэрисвилле, который, однако, в связи с финансовыми затруднениями, в 1907 г. был закрыт.

В 1909 г. рудник был приобретён компанией Федерал Майнинг энд Смелтинг Компани.

В декабре 1909 г. компания Консолидитед Майнинг энд Смелтинг Компани заключила договор на аренду предприятия.

На следующий год компания начала выкуп его, который был закончен в 1913 г.

На руднике велась селективная разработка, с отсортировкой цинковой руды. Плавка руды производилась на свинцово-плавильном заводе Трейл. Работа предприятия была прибыльна, и в 1914 г, рудник Сулливан сделался самым крупным поставщиком свинца в

Канаде, Производительность его в этом году составила 32000 т руды с содержанием 10900 т свинца и 14,2 т серебра.

В это время на самом руднике подготовительными работами и алмазным бурением были выявлены значительные запасы руды, которые затем были отнесены к бедным рудам.

Годы о 1910 по 1920 были отмечены большими работами по изысканию методов разделения сульфидов свинца и цинка в рудах месторождения Сулливан. Так как этот вопрос не был решён, перед Первой мировой войной цинк из руд месторождения Сулливан не извлекался. Проводилось много опытов по гравитационному, магнитному и другим методам обогащения на обогатительных фабриках Ле Руа, Хайлэнд, Ст. Буджен и на заводе Трейл пока, наконец, на заводе Трейл в

1920 г. с помощью селективной флотации, не были получены удовлетворительные свинцовый и цинковый концентраты.

В районе Чэпкюн Кемп, поблизости от рудника, была построена и в августе 1928 г. пущена в эксплуатацию обогатительная фабрика производительностью 2700 т руды в сутки, применявшая флотацию. Производительность фабрики была позднее постепенно увеличена до 7700 т и затем окончательно, после пуска в мае 1949 г, *(«введена» – текст отсутствует в оригинале прим. 31marta.ru*) в работу установки обогащения в тяжёлых суспензиях, до 10000 т/сутки,

За время с августа 1928 г, по 1 января 1954 г, обогатительная фабрика переработала 55 млн. т комплексной руды месторождения Сулливан. На самом руднике, начиная приблизительно с даты приобретения его настоящей компанией и по 1 января 1954 г, было добыто около 57 млн. тонн руды,

ГЕОЛОГИЯ

Самое первое исчерпывающее описание геологии месторождения Сулливан и окружающего района было сделано Счофилдом /1915 г./, который определил его, как пластовое месторождение замещения в формации Олдридж конца докембрийского периода. Позднее подробно изучал месторождение Банкрофт /1927 г./, который выявил многие из его главных структурных особенностей. Его работа была продолжена Др.У. Д. Мидом, который в течение нескольких лет работал на руднике в качестве консультанта. Позднее Джур /1939 г./ и Пентлэнд /1948 г./, служившие в качестве рудничных геологов, существенно пополнили сведения о рудном теле. Результаты повторного изучения месторождения Геологической службой Канады описаны в статье Райса /1987 г./.

В 1941 г. геологическая работа на руднике велась под руководством Др.К.О. Свенсона, который сотрудничал в подготовке статьи по местной геологии /Свенсон и Ганнинг, 1945 г./.

Общая геология

Одной из главных структур месторождения является Кимберлейский сброс, который впервые был открыт Банкрофтом /1927 г./, а позднее вновь открыт и назван Райсом /1937 г./. Сброс простирается почти с востока на запад и имеет падение на север под углом $45\text{-}55^0$. На стороне висячего бока участок месторождения был, очевидно, сдвинут вниз, при этом северная часть пластов формации Крестон вошла в контакт с нижней частью формации Олдридж на юге. Пласты, вошедшие таким образом в контакт, расположены стратиграфически на расстоянии около 4500 м друг от друга. Как видно на плане, контакт Крестон-Олдридж, который простирается, приблизительно, с севера на юг и имеет угол падения $30\text{-}40^0$ на восток, сдвинут на расстояние около 9,7 км на северной стороне сброса.

Рудник находится на участке, расположенном к югу от Кимберлейского сброса, а по соседству с ним находятся пласты, относящиеся к нижней части формации Олдридж и несколько габбровых залежей и даек, которые называются интрузивами Пурселл и, как полагают, подобно пластам, приурочены к концу докембрийского периода. Простирание на этом участке имеет направление от севера на юг, а угол падения составляет в среднем 30^0 на восток, но на участке рудника эта моноклинальная структура изменена присутствием клинообразной складки, называемой антиклиналью Сулливан. Рудное тело занимает часть гребня и восточную сторону этого клина. На верхних горизонтах залежи в плане по форме напоминают перевёрнутую букву «S». Начинаясь на юге, они сначала идут на северо-запад,

затем на север и, наконец, снова на северо-запад. На глубине это резко выраженное изменение простирания не так ощутимо, и месторождение имеет относительно постоянное северо-западное простирание, пока не достигнет северной границы. Здесь простирание резко меняется на северное и восточное, благодаря присутствию остроконечной синклинальной складки, в верхней часты рудника падение пологое, в центральной оно становится круче и делается более пологим по восточной границе существующих выработок,

В западной и восточной частях рудника имеют место крупные выходы на дневную поверхность габбрового материала, который относится к пластсобразному интрузиву. Местами залежь круто вклинивается в окружающие её пласты и поэтому приобретает дайкообразную форму. Местами с интрузивом ассоциируют огромные массивы гранофировых пород, которые относятся к гранитизированным осадочным отложениям. Несколько даек подобного состава находятся в пределах разрабатываемого рудником участка.

Среди небольших структур на руднике находятся крутые складки и зоны трещиноватости так называемого типа Сулливан. Оси большинства складок имеют северное простирание, и складки, имеющие региональное падение, обычно опрокидываются на восток. Несколько складок имеют восточное простирание. Простирание сбросов несколько отклоняется к востоку от северного направления. Они имеют крутое восточное падение. Сбросы обусловили вертикальное смещение в 30 м для руды на их западной стороне. Местами вдоль сбросов этого типа встречаются узкие дайки, заполненные слюдяными лампрофирами.

Изменение боковых пород резко выражено в центральной части рудника. Различаются три основных типа изменения. Турмалинизация, дающая темную, похожую на сланец породу, наблюдается, главным образом, в лежачем боку. Хлоритизация и альбитизация, создающие обычные литологические типы, встречаются в основном в висячем боку и на участках о высоким содержанием пирита.

Детальная геология

Стратиграфическая последовательность.

Одним из наиболее важных, среди последних достижений в изучении геологии рудника, является исследование местной стратиграфической колонки. В течение многих лет последовательность глинистых пластов и отложений ила, имеющих полную однородность, сводила на-нет все попытки выявить первоначальные различия, которые можно было бы использовать для определения возраста пород, и поэтому описание осадочных пород было сделано, скорее, в отношении условий их залегания, созданных минерализацией и изменением вмещающих пород.

В результате этого процесса выявилось такое положение, как общее присутствие кремнисто-сланцевых пород в лежачем боку, но это затруднило возможность выявления структурных связей в рудном теле, и вопрос о первоначальной структуре ныне замощенных зон остается невыясненным.

Перед описанием стратиграфической колонки, которая была в конечном итоге определена, следует сделать несколько замечаний по общей литологической характеристике пластов. Преобладающими типами пород являются аргиллит и алевролит, которые состоят, главным образом, из серицитовых чешуек диаметром 0,01-0,03 мм и частиц кварца диаметром до 0,10 мм, Серицитовые чешуйки не имеют никакой ориентации и, очевидно, представляют из себя глинистый материал, который был рекристаллизован в статических условиях. Более мелкие кварцевые зерна своей формой также обязаны процессу рекристаллизации, но более крупные из них не были существенно изменены новым ростом. Как правило, зёрна диаметром более 0,03 мм имеют такие внешние признаки, которые ярко свидетельствуют о первоначальных условиях осаждения. Породы, имеющие более крупнозернистую текстуру, чем алевролиты, не распространены, хотя кое-где встречаются мелко и среднезернистые кварциты. Они имеют большое значение, так как служат для маркирования некоторых горизонтов. Обычно это не чистые кварциты, и их можно классифицировать либо как глинистые, либо как известковые. На разрезе видно также несколько пластов конгломерата, Включения в конгломерате состоят больше из чистого аргиллита или заиленного аргиллита, чем из кварца или другого твёрдого материала. Размеры их в диаметре колеблются от

нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. В некоторых пластах включения хорошо скатаны и отсортированы, но кое-где, особенно в мощных конгломератах, они имеют неправильную угловатую форму, различные размеры и имеют тенденцию рассыпаться.

Кроме основных компонентов минералов, описанных – выше, в пластах содержатся кое-где отдельные небольшие окатанные зёрна-циркона и ряда, минералов, образованных рекристаллизацией, с небольшими добавлениями извне, или без них. Из них наиболее распространены: турмалин, титанит, хлорит, клиноцоизит и пирротин. Характерно, что в этих осадочных породах редко встречаются полевые шпаты и зёрна обломков слюды.

Для практических целей удобно отнести к наименее изменённым разновидностям тип осадочных пород, который принадлежит к несколько высшей метаморфической ступени, а именно к биотит-гранатовой. Этот тип содержит-15-30 % биотита, который находится в виде неправильных пойкилобластических ангедральных кристаллов, диаметром от 0,10 до 0,80 мм. Гранат менее распространён, хотя он нередко составляет 5 % породы, а кристаллическая форма делает его особенно заметным компонентом.

Стратиграфическая последовательность определяется, главным образом, с помощью увязывания разбросанных кварцитовых пластов и конгломератов и детального наблюдения мощностей каждой формации. Для того, чтобы производить необходимые сравнения, используются графические разрезы в масштабе 1 : 120, так как важно определить какую имеют последовательность пласты мощностью менее 0,3 м по отношению к пластам большей мощности. Этот процесс является первичным и основным, но, определив последовательность залегания пород на одном из участков рудника, можно произвести идентификацию маркирующих пластов, путём быстрого осмотра. Это может сделать тот, кто хорошо знаком с типами пород.

Рисунок 4 графически иллюстрирует литологическую характеристику пластов рудной зоны. Он также подробно показывает соотношение рудных пластов и первоначальных стратиграфических элементов в пределах пластов рудной зоны, особенно на восточном и южном участках.

В общих чертах, стратиграфическая колонка на месторождении начинается с тонкослоистого пласта лежачего бока, мощность которого составляет, по крайней мере, 150 м.

В этом пласте каждый отдельный слой имеет мощность менее 0,3 м, а соседние пласты резко отличаются по текстуре.

В большей части, рудника, за исключением южного и восточного участков, следующий слой сложен конгломератами лежачего бока. На самых глубоких горизонтах он представляет собой хорошо напластованный слой, мощностью до 27 м, хотя обычно мощность его составляет 3-6 м. Мак Ичерн /1944 г./ отмечал, что основной чертой, характеризующей конгломераты, является угловое несогласие. На верхних горизонтах под северной частью рудного тела мощность конгломератов местами достигает больших размеров, и их структурные связи полностью не изучены. Наиболее вероятным можно считать, что они образованы брекчиями, которые собрались в ущельях, подверженных сильной эрозии.

Рудная зона имеет мощность 60- 90 м и залегает либо на конгломератах лежачего бока, либо на тонкослоистом слое лежачего бока. Он состоит в основном из пластов аргиллита или заиленного аргиллита, мощность которых изменяется от нескольких метров до 12 м. В подошве каждого из более мощных пластов имеется обычно 0,3 м или более алевролита, до мелкозернистого кварцита, и три из этих более грубых пластов, оказались очень полезными в качестве маркирующих горизонтов. Один из них, называемый промежуточным алевролитом, характеризуется присутствием кварцевых зёрен средних размеров в глинистых породах. Он распространяется на несколько тысяч метров, по простиранию и вниз, по падению, к может быть определён даже в тех случаях, когда пласт подвергся значительному изменению.

Сделанное выше описание относится к большей части рудной зоны, но для полноты следует сделать два следующих замечания. Недалеко от верхней границы рудной зоны имеется тонкослоистый пласт мощностью от 12 до 24 м, который совершенно аналогичен напластованию лежачего бока, а местами вдоль южной границы рудного тела, имеется зона конгломератов, которая залегает между вторым и третьим слоями алевролита, считая снизу.

Одной, хотя и не основной, но заслуживающей внимания особенностью рудной зоны является присутствие пирротина даже на значительных расстояниях от рудного тела. Этот сульфид встречается, главным образом, в виде тонких прослойков и аргиллитах, особенно у отложений, находящихся непосредственно под одним или более из трёх основных пластов, алевролита. Так как минерализация становится интенсивнее, эта особенность объясняется тем фактом, что алевролиты обычно являются последними породами, которые подверглись превращению, в массивные сульфиды, и на многих участках рудника один или другой из пластов алевролитов слагают висячий бок рудного тела.

Верхние кварциты образуют пласт, который залегает выше рудной зоны. Эти пласты являются единственными чисто кварцитовыми пластами на участке. Пласты кварцитов от мелко до крупнозернистых, разделённые тонкими прослойками глинистых пород, образуют толщу мощностью 6-15 м. Эти пласты чередуются с тонкослоистыми илистыми и глинистыми осадочными породами такой же мощности.

Пласты, залегающие над верхними кварцитами состоят преимущественно из тонкослоистых аргиллитов и алевролитов с отдельными пластами кварцита, Песчанистые участки редко имеют мощность более 3 м, причём слои песчаников имеются лишь в незначительном количестве. Породы такого характера распространяются по крайней мере на 300 м выше толщи кварцитов.

Сульфидная залежь.

Образование сульфидной залежи является результатом замещения некоторых пластов в рудной зоне. Стратиграфически рудное тело распространяется от пластов, находящихся непосредственно выше конгломератов лежачего бока до пластов в тонкослоистых отложениях, находящихся немного ниже верхних кварцитов.

Основными сульфидными минералами являются галенит, сфалерит в разновидности марматита, пирротин и пирит. В небольших количествах встречаются халькопирит и арсенопирит. Местами встречаются волокнистый свинцово-сурьмяный минерал, отождествлённый Уорреном /1943 г./ с буланжеритом. Робинсоном /1946 г./ в богатых буланжеритом образцах были обнаружены небольшие количества джемсонита и тетраэдрита. Из металлических окислов широко распространён магнетит: в небольших, но промышленных количествах присутствует касситерит. На участках, где рудная зона была подвержена поверхностному окислению, широко распространены церрусит и пироморфит.

В месторождении встречается большое количество неметаллических минералов. Из них наиболее широко распространены кварц и серицит, представляющие незамещённые участки первичных пластов.

Рекристаллизация и внедрение нового материала произвели множество минералов, из которых наиболее распространёнными являются кварц, хлорит, мусковит, тремолит, клиноцоизит, титанит, турмалин, гранат, биотит, альбит и кальцит. На одном участке рудника в небольших количествах был найден флюорит, а тризе /1946 г./ обнаружил такой редкий марганцевый минерал, как фриделит. Он является компонентом небольших зон трещиноватости в сильно гранитизированных породах возле южной границы месторождения.

Большая часть руды залегает в ряде пластов, размеры которых колеблются от пропластков мощностью в 25 мм до пластов мощностью в несколько метров, и которые явно являются результатом селективного замещения первичных прослойков и пластов. Для всего месторождения характерна, складчатость в большом или небольшом масштабе и, очевидно, она продолжалась во время и после процесса минерализации, потому что местами в сульфидах обнаруживаются мельчайшие трещины, созданные растягивающими усилиями. Эти трещины развиты на небольших антиклиналях, в то время, как на других участках обнаруживаются гладко отшлифованные плоскости, созданные трением между пластами во время складкообразования.

Счвартзом /1926/ было описано явление парагенезиса, открытое с помощью изучения микроскопических текстур. Счвартз сделал, заключение, что основная масса галенита образовалась позднее чем пирротин и офалерит. Во многих случаях это доказывается присутствием галенита в трещинах и других сульфидах. На одном участке рудника, как видно

из структуры, лампрофировая дайка была заполнена в течение периода минерализации. Эта дайка отчётливо пересекает сильно минерализованные участки, в которых пирротин и сфалерит являются основными сульфидными минералами, и сама пересекается пластом галенита толщиной в несколько сантиметров, который приурочен к небольшому сбросу.

В дополнение к руде, которая залегает в виде пластов замещения, имеется небольшое количество руды, заполняющей жилы, имеющие сетчатое расположение вдоль зон трещиноватости, особенно вдоль зон трещиноватости типа Сулливан местами, со стороны висячего бока, такие зоны были разработаны на 30 м выше главного рудного тела. В лежачем боку небольшие жилы, состоящие, главным образом, из кварца, карбонатов, галенита, сфалерита, пирротина и пирита, находятся местами в достаточном количестве, так что породу, при проходке по ним подготовительных выработок, можно перерабатывать, как руду хотя их систематическая разработка не является целесообразной.

Пентлэнд /1943 г./ отмечал наличие общего зонального расположения пород в пределах месторождения. Выше горизонта 1360 м рудное тело прослеживается непрерывно, хотя мощность его сравнительно мала. Немного ниже имеется центральная зона пустых пород, длина которой по простиранию составляет около 240 м и которая тянется вниз почти до горизонта 1170 м. Её верхняя часть сложена, главным образом, пиритом в то время, как в нижней части преобладает пирротин. На контакте пиритное тело перекрывает верхнюю часть пирротина, и обе линзы распространяются за пределы зоны пустых пород, образуя для соседних участков рудного тела железные зоны висячего и лежачего боков. Ниже горизонта 1170 м рудное .тело снова имеет непрерывное простирание и тянется вниз до горизонта м, штрек которого является в настоящее время самой глубокой из подземных выработок, за исключением выработок в небольшой нерудной пиритной зоне, которая залегает между горизонтами 1009 м и 919 м в северной части рудника. В основном, наиболее высокое содержание свинца в руде наблюдается на участке, примыкающем к центральной зоне пустых пород, а по мере удаления от этой зоны отношение содержания цинка к содержанию свинца постепенно увеличивается.

Изменение вмещающих пород.

Вмещающие породы претерпели ряд изменений, которые отчасти являются результатом метаморфизма габбровым интрузивом, а отчасти возникли благодаря процессу минерализации, связанному с рудным телом. В настоящую главу включён только последний класс. Турмалинизация, хлоритизация и альбитизация являются процессами, которые создали основным и наиболее широко распространённые из этих изменений.

Процессу минерализации были подвержены осадочные породы лежачего бока под большей частью рудного тела выше горизонта 1170 м. Типичным продуктом этого процесса является твёрдая плотная порода цвета от коричневого до чёрного, которую называют на руднике шертом или кремнистым известняком по своим физическим свойствам она действительно похода на тёмный кремнистый известняк, но микроскопический анализ показывает, что осадочные породы были в основном изменены за счёт превращения серицита в турмалин. Зёрна кварца претерпели небольшое изменения. Как результат, при изменении пород хорошо сохранились характерные особенности первичных осадочных пород и легко могут быть опознаны различные стратиграфические горизонты.

Подвергшийся турмалинизации массив распространяется, по крайней мере, на 450 м ниже рудного тела. Его верхняя граница относительно ровная, а нижняя граница сечёт вкрест напластование и очень неправильна. Кроме своего основного распространения в лежачем боку, процесс турмалинизации в небольших масштабах также имел место внутри сульфидной залежи или над ней.

Очевидно, что турмалинизация происходила раньше образования почти всех сульфидов, так как так называемый шерт или кремнистый известняк содержит многочисленные включения пирротина, с которым ассоциируется хлорит, гранат и другие минералы основного месторождения. Местами включения очень многочисленны и образуют массив, который состоит в основном из пирротина. Процесс хлоритизации, хотя и довольно широко распространён, протекал наиболее интенсивно только рядом с главным сульфидным телом, где он имеет месте главным образом, в висячем боку. В основном, хлорит имеет тенденцию

тесно ассоциироваться о другими типами изменения пород, и постепенные переходы к руде, пиритному массиву и альбитовым породам являются обычными.

Типичная хлоритовая порода имеет тёмно-зелёный цвет, и обладает микролитовой структурой. В основном эта порода, очевидно, представлена изменённым аргиллитом. В песчанистых и илистых отложениях процесс хлоритизации протекал менее интенсивно и результатом его является хлоритовая и биотитовая порода, содержащая вкрапленные сульфиды и зёрна кварца.

- Процесс альбитизаций, где он особенно сильно развивался, превратил осадочные отложения в почти полностью альбитовые породы. Обычно, из других компонентов в этих породах встречается только несколько процентов пирита, вкрапленного в виде крупных кристаллов, и 5-15 % хлорита в форме неправильных зёрен и друз. Как отмечалось выше, постепенный переход к хлоритовым породам является обычным, но пирротин и рудные минералы заметно редки.

Альбитовые породы залегают в основном в висячем боку рудного тела. Будучи непохожи на так называемый шерт или кремнистый известняк, они не образуют однородного массива, так как альбитизированные осадочные отложения перемешиваются в непостоянных соотношениях с неизменёнными пли хлоритизированными породами, В отдельных случаях контакты между различными типами привержены к пластообразному, залеганию, но, в целом, альбитизированный участок обладает крайне неправильным залеганием. Для одного из участков, который хорошо сочетается со стратиграфической колонкой, можно по альбитизированным породам проследить возраст, главным образом, с помощью использования текстурных различий, но в общем, большинство мелких особенностей осадочных пород было отёрто процессом их изменения.

Распределение руды.

Кратко можно описать ряд структурных особенностей руды. Замещение большей части глинистых пластов хорошо наблюдается на участках, где сульфидная залежь содержит остатки осадочных пород. Здесь песчанистые или илистые пласты являются наименее подвергшиеся изменению, а всё месторождение в целом имеет обычно в качестве висячего бока один из главных горизонтов алевролита. Небольшие антиклинали, которые шерт северное простирание и крутое падение на своих восточных крыльях. Вызывают увеличение мощности рудного тела, и на участках рудника по направлению таких складов минерализация сильнее. В пределах главного рудного тела в зонах трещиноватости типа Сулливан может иметь место значительное увеличение содержания руды. Кое-где в таких зонах можно заметить переход от сульфидной и силикатовой минерализации. Поэтому одна часть месторождения может резко отличаться по мощности и содержанию

от другой части. Габбровые дайки, которые пересекают рудную зону, обычно сильно минерализованы, но создали плохие массы для отложения руды. В руде, которая пересекается тон-

кой дайкой, обычно существуют небольшие изменения, но более мощные дайки несомненно служили преградой для процесса минерализации.

Что касается сульфидного рудного тела в целом, то вопрос о том, почему растворы заполнили именно осадочные породы рудной зоны, а не другие пласты овиты Олдридж, является трудным вопросом для разрешения. Возможно, это объясняется тем фактом, что рудная зона является слоем, который обладает наибольшей проницаемостью. Следует отметить, что тонкослоистые осадочные породы в лежачем боку и такие же породы в висячем боку над верхними кварцитами не благоприятствуют прохождению через них растворов на большие расстояния. С другой стороны, в пределах рудной зоны имеются такие пласты, через которые растворы могут проходить

на сотни метров, и нарушение основания конгломератов лежачего бока может быть довольно значительным.

Дополнительным объяснением является тот факт, что верхние кварциты составляют наиболее значительный массив на площади рудника. Поэтому следует полагать, что этот массив имел склонность поддерживать свою непрерывность в течение периода деформации

и претерпевать только простую открытую складчатость, которая даст возможность ему служить в качестве барьера. С другой стороны, рудная зона непосредственно под этим
Должна была быть месторасположением концентрированного сдвижения. Так как совершенно очевидно, что минерализация тесно связана по времени с деформацией, описанные выше условия могут быть достаточными для объяснения локализации месторождения.

СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ

Историческая справка

Первоначально разработка рудных тел, выходящих на поверхность, на руднике Сулливан велась небольшими карьерами с поверхности и небольшими камерами под землей, вскрытыми с помощью неглубоких шахт и штолен.

Когда было установлено, что руды с промышленным содержанием свинца можно разрабатывать селективно /цинк в то время не извлекался/, на горизонте 1380 м /отметка над уровнем моря/ была пройдена штольня, и разработку руды стали вести системой открытого забоя, оставляя участки руды с высоким содержанием цинка и низким содержанием, свинца, в качестве целиков. Там, где это было необходимым для поддержания выработанного пространства, устанавливали также срубовую крепь, заполненную пустой породой.

После того, как было обнаружено, что рудное тело распространяется на глубину, была пройдена штольня на горизонте 1170 м, а для извлечения руды, залегающей выше этого горизонта, было пройдено много километров штреков, квершлагов и восстающих. Между штольнями горизонтов 1380 и 1170 м было подготовлено четыре горизонта. Чтобы обслуживать северную и южную части рудника выше горизонта 1170 м, были пройдены и оборудованы клетями два восстающих.

Разработка велась уступной системой, которая и сейчас ещё применяется, где возможно. При этой системе разработки создавались большие выработанные пространства. Благодаря крепкому висячему боку, размеры отрабатываемых камер составляли 30 x 60 м или более.

В связи с освоением селективной флотации и разрешением проблемы обогащения комплексной руды рудника Сулливан, отпадала необходимость в селективной разработке. Окончание селективной добычи не привело к изменениям в системах разработки, за исключением того, что на руднике вернулись к разработке участков с цинковой рудой на верхних горизонтах и стали производить в небольшом масштабе извлечение целиков и обрушение, покрывающих пород. Практически все целики, оставленные до этого времени для поддержания кровли, содержали промышленную руду.

В 1931 г. была начата проходка слепой шахты с горизонта 1170 м на горизонт 1005 м, из которой было вскрыто, три промежуточных горизонта. Согласно плану опережения подготовительных работ, производилась дальнейшая углубка слепыми шахтами, а затем снизу вверх до поверхности была пройдена шахта большого сечения. В настоящее время самым нижним горизонтом является горизонт 855 м. Углубка будет возобновлена в ближайшем будущем.

Системы разработки, применяемые в настоящее время.

Системой разработки ниже горизонта 1170 м является открытый забой с отбойкой руды скважинами алмазного бурения. Бурение скважин производится как из подэтажных штреков, так и из восстающих. Применению этой системы разработки способствует крутое падение рудного тела и относительно бедные породы висячего бока. Недавно для отработки остающихся запасов руды у поверхности и на соседних с ними участках были организованы открытые работы.

Отработанные камеры выше горизонта 1170 м обрушаются или закладываются гравием, а камеры ниже горизонта 1170 м закладываются хвостами от обогатительной фабрики. Гравий добывается на поверхности над отрабатываемым участком и перепускается в камеры по восстающим. Хвосты поступают от установки для обогащения в тяжёлых суспензиях на

обогатительной фабрике. Они смешиваются с пирротиновыми хвостами, чтобы сцементировать материал после закладки им камер, 5 последние годы извлечение целиков стало основным видом очистных работ, и в настоящее время из них поступает около 60 % всей добычи рудника.

С течением времени значительно изменились методы, использующиеся для вторичного дробления руды. Применявшиеся ранее системы разработки требовали только небольшого объёма, работ по вторичному взрыванию или ручному дроблению руды в открытых забоях. По мере того, как развивались системы разработки с массовой отбойкой руды, стало необходимым устройство над рудоспусками грохотов, чтобы избежать значительного повреждения люков при взрывании в них негабарита, а также заторов на откаточных горизонтах, возникающих при медленном выпуске руды. В настоящее время руда, прежде чем она попадает в рудоспуски, дробится до кондиционных кусков на скреперных штреках. В настоящее время более 80 % всей руды от суточной добычи в 10000 т доставляется скреперами.

Перепуск руды

Руда из очистных работ выше горизонта 1170-м доставляется по различным промежуточным горизонтам к перепускается по перепускным восстающим на горизонт 1170 м, где она доставляется к бункеру, расположенному над главной дробильной установкой. Эта установка сооружена на горизонте 1140 м и находится примерно на равном расстоянии от северного и южного флангов рудного тела. Руда из очистных работ ниже горизонта 1170 м доставляется к главной системе рудоспусков, По рудоспускам руда под действием собственного веса поступает к установкам крупного дробления, либо на горизонт 1050 м, где установлена вспомогательная щековая дробилка, либо к центральной дробильной установке на горизонте 855 м.

Когда руда проходит две стадии дробления, она поднимается ленточным конвейером к главной дробильной установке на горизонте 1140 м, для окончательного дробления перед обогащением в тяжёлых суспензия.

После окончания проходки выработок на горизонте 1170 м, вся руда откатывалась по штольне этого горизонта к отделению крупного дробления на поверхности. В 1949 г. была закончена, проходка штольни на горизонте 1110 м, и после этого руда, дробящаяся в дробильной камере горизонта 1140 м из бункера ёмкостью 10000 т, расположенного под дробильной установкой, откатывается в рудничных вагонетках непосредственно на обогатительную фабрику. Пустая порода из подготовительных работ выше горизонта 1170 м выдаётся из рудника по этому горизонту, а порода из подготовительных работ ниже горизонта 1170 м выдаётся на поверхность по главной шахте.

Рудник Сулливан стал хорошо механизированным предприятием, и механизация его продолжается. Для достижения большей производительности пневматическое оборудование, где возможно, заменяется электрическим. Непрерывно производятся испытания и изучение нового оборудования и новой техники.

Подготовительные работы

Главныё штреки на горизонтах проходятся примерно на 24 м ниже лежачего бока рудного тела, на расстоянии друг от друга по вертикали в 45 м, хотя это расстояние иногда, где необходимо, изменяется. Горизонты обслуживаются, четырьмя эксплуатационными шахтами и соединяются между собой вспомогательными ходовыми восстающими.

Новые очистные блоки, состоящие из чередующихся камер и целиков, обычно подготавливаются с системой рудоспусков в центре, из которых в обоих направлениях по простиранию проходятся скреперные штреки. Когда угол падения рудного тела превышает 42^0 на каждом горизонте в блоке

проходится только один скреперный штрек, а на пологопадающщй участках штреков проходится столько, сколько необходимо, чтобы обеспечить полную подсечку лежачего бока

с помощью выпускных воронок. Бурение глубоких скважин производится из восстающих пли подэтажных выработок, которые проходятся в пределах участка, подлежащего выемке.

При извлечении целиков подготовительные работы намечаются в каждом отдельном случае, так как целики на старых участках рудника имеют различные размеры и форму, В общем случае подготовительные работы заключаются в проходке одного или более скреперных штреков под каждым целиком, с достаточным количеством выпускных воронок, чтобы обеспечить, полное извлечение руды. Бурение глубоких, скважин производится из подготовительных выработок, пройденных в целике.

Штреки.

На более старых верхних горизонтах рудника штреки проходились сечением 2,4.x 2,4 м и в настоящее время проходятся такого же сечения. На остальных участках стандартное сечение штреков принято 2,7 x 6 м

Бурение шпуров производится с помощью колонковых перфораторов с диаметром поршня 89 мм, установленных на вертикальных ручках, прикреплённых к буровым кареткам.

При этом применяется четырёхгранная буровая сталь с закругленными углами диаметром 25 мм, и карбид-вольфрамовые коронки диаметром 38 мм. Обычно бурится комплект из 24-х шпуров длиной 1,8 м, с клиновым врубом. Шпуры заряжаются патронами 60 % «Форсайта», количество которых на комплект составляет 180-210 штук. Для взрывания применяется огнепроводный шнур отрезками длиной по 3,6 м, и капсюли-детонаторы № 6. И шнур, и капсюли-детонаторы являются стандартными для всех подготовительных выработок, за исключением очень длинных восстающих, где могут потребоваться более длинные отрезки огнепроводного шнура, Заборка отбитой породы осуществляется с помощью грузчиков Эймко 21, которые в штреках сечением 2,7 x 3 м грузят породу в вагонетки Гренби ёмкостью 2,3 м^3, а в штреках сечением 2,4 x 2,4 м в вагонетки ёмкостью 1,3 м^3. Обычно через каждые 150 и по длине штрека устраиваются разминовки для порожних вагонеток. В штреках сечением 2,7 x 3 м принята колея шириной 900 мм и рельсы весом 28 кг/пог. м, а в штреках сечением 2,4x 2,4 м – колея шириной 450 м и рельсы весом 22 кг/пог. м. Для откатки породы и вспомогательных целей применяются контактные электровозы. Расстояние от забоя до конца контактного провода составляет не менее 15 м.

Для работы на участках без контактного провода электровозы оборудуются катушкой с кабелем.

Свежий воздух подаётся в забой по оцинкованным вентиляционным трубам диаметром 300 мм. Расстояние между концом вентиляционного трубопровода и забоем также составляет не менее 15 м. В забоях всех подготовительных выработок применяются для орошения распылители воды.

Подэтажные выработки.

В качестве стандартных приняты три сечения подэтажных выработок, а именно: скреперные штреки сечением 2,1 x 2,1м, штреки для бурения глубоких скважин сечением 2,1 x 2,1 м и людские ходки сечением 2,1x 1,5 м. Бурение шпуров при проходке этих выработок производится обычно телескопными перфораторами с диаметром поршня 79 мм, хотя в опытном порядке использовались автоподатчики и телескопные перфораторы с диаметром поршня 70 мм. Стандартный комплект шпуров для средних условий состоит из 26 шпуров глубиной 1,5 м, с котловым врубом из 6 шпуров. Шпуры заряжаются патронами 60 % "Форсайта", общим количеством 120-140 штук. Отбитая порода скреперуется с помощью скреперов гребкового типа шириной 900 мм и пневматических лебедок мощностью 11 кВт, или с помощью скреперов гребкового типа шириной 1050 мм и пневматических или электрических лебёдок мощностью 22 кВт. За исключением очень длинных подэтажных выработок, проветривание забоев производится сжатым воздухом.

Восстающие, выпускные дучки и люковые камеры. На руднике существует четыре стандартных, сечения восстающих породные восстающие и вспомогательные восстающие с

крутым наклоном сечением 2,1 х 4,8 м, восстающие для алмазного бурения и вспомогательные восстающие /наклон восстающих 40-50^0 сечением 1,95 х 1,95 м, короткие ходовые восстающие /наклон восстающих 40-50^0/ сечением 1,5 х 1,2 м, вертикальные ходовые восстающие сечением 1,95 х 2,7 м.

Применяемые для их проходки комплекты шпуров даны в прилагаемой: таблице 1,

Таблица 1

Данные по комплектам, шпуров при проходке восстающих на руднике Сулливан

Сечение	Тип вруба	Количество шпуров	Глубин шпуров	Тип взрывчатого вещества	Количество патронов ВВ на комплект
2,1х4,8 м	клиновой	24	1,8 м	60% Форсайт	180-220
1,95х2,7 м	котловой	27	1,8 м	60% Форсайт	155-170
1,95х1,95 м	котловой	27	1,8 м	60% Форсайт	120-160
1,5х1,2 м	котловой	22	1,8 м	60% Форсайт	105-120

Восстающие небольшого сечения длиной менее 30 м часто проходятся из штреков без устройства люков. Порода, при этом убирается с помощью обычного оборудования, применяемого при проходке штреков. Оборудование для бурения шпуров при проходке восстающих и выпускных дучек в основном тоже, что и при проходке подэтажных выработок.

В закреплённых деревом восстающих вентиляция осуществляется путём нагнетания воздуха по оцинкованным вентиляционным трубам диаметром 300 мм, причём конец трубопровода находится все время у верхней границы крепления.

Проветривание восстающих без крепления производится с помощью сжатого воздуха. Восстающие с углом наклона более 50^0 разделяются, на два отделения рядом раопорск, устанавливаемых перпендикулярно к длинной стороне их и обшиваемых досками размерами 75 х 300 мм. Ходовое отделение достаточно велико, чтобы можно было расположить в нём лестницы, вспомогательный скип и воздушные, водяные н вентиляционные трубы. Сверху ходовое отделение перекрывается перемычкой из жердей, а доступ к забою восстающего осуществляется через отверстие, оставленное в затяжке.

Выпускные дучки в месте сопряжения со скреперным штреком проходятся сечением 1,5 х 1,8 м, причём первый комплект шпуров бурится горизонтально. При бурении второго комплекта шпуров выпускным дучкам задаётся более крутое направление, и в дальнейшем они проходятся о углом наклона не менее 45^0, После второго комплекта шпуров они постепенно, расширяются, достигая своего полного сечения в 2,1х4,8 м к тому времени, когда будут пройдены на длину 7,5 м. Повороты дучек для их разворачивания начинаются на таком расстояний от горловины дучки, на котором позволяют породы, и проходятся сечением 2,1.х 4,8 м в плане выпускной дучки на различные расстояния, в зависимости от схемы подготовки.

При проходке люковой камеры сначала проходится восстающий на высоту 12 м над уровнем откаточного пути, а затем в штреке проходят необходимую высечку. Отбитая порода убирается с помощью обычного оборудования, применяемого для погрузки при проходке

горизонтальных выработок. Восстающий на длину 3,2 м проходится сечением 1,05 х 1,2 м и затем проходится сечением 2,1 х 4,8 м. Угол наклона почвы восстающего на длине первых 3,6 м поддерживается не более 37^0, а затем увеличивается до 55^0 или более, в зависимости от схемы подготовке. Кровля штрека высекается на высоту 4,8 м над уровнем откаточного пути для создания достаточного пространства над погрузочным полком, и производится расширение одной стороны штрека для установки стоек, служащих для сооружения люкового устройства и лестницы к рабочему полку.

Шахты.

На руднике имеются три типа шахт: эксплуатационные, закладочные, выходящие на поверхность, и слепне закладочные.

Все действующие эксплуатационные шахты проходились как восстающие. Нижняя часть шахты № 1 была пройдена снизу вверх с горизонта, находящегося ниже горизонта 855 м, после проходки для этого сверху вниз вспомогательного уклона. Уклон был пройден сечением 2,25 х 3,15 м под углом 39^0, Бурение при проходке производилось с помощью двух колонковых перфораторов с диаметром поршня 89 мм смонтированных на ручках, установленных на специально-сконструированной для этого буровой тележке. Для бурения комплекта из 24 шпуров с клиновым врубом применялась обычная круглая буровая сталь диаметром 32 мм. Отбитая порода грузилась вручную в скип ёмкостью 1,0 м3.

При проходке наклонных шахт снизу вверх испытывались различные способы, но наиболее удовлетворительным оказался способ проходки, при котором сначала вдоль кровли шахты проходился восстающий высотой 2,1 м, а затем производилась выв1жа остальной частя ствола уступами до почвы.

Сечение и угол наклона четырёх эксплуатационных шахт даны ниже в таблице 2,

Таблица 2

Сечение и угол наклона четырёх эксплуатационных шахт

Шахты	Сечение	Угол наклона	отделения
1	3 х 6,3 м	39^0	2 скиповых и одно ходовое
2	3,15×3,5	40^0	Одно скиповое и одно ходовое
27	3 х 5,1	47^0	Одно скиповое и одно ходовое
32	3×6м	54^0	2 скиповых и одно ходовое

Выходящие на поверхность закладочные шахты располагаются в таких местах, чтобы можно было перепускать гравий непосредственно в камеры. Обычно эти шахты проходятся по наносам до коренных пород сверху вниз, а затем сбиваются с пройденными снизу вверх участками.

Слепые закладочные шахты проходятся для закладки камер пустой породой. Они проходятся уклонами, к кровле камер, которые закладываются из расположенных выше

штреков и квершлагов. Проходка производится с помощью скважин алмазного бурения, которые бурят на всю глубину шахты от её устья. При этом применяется вруб, который отбивается на скважину диаметром 150 мм, пробуренную в центре ствола.

Для контроля положения скважин в мосте выхода их в камеру, через скважину диаметром 150 мм по трубам опускается фотоаппарат, и поверхность камеры фотографируется. Скважины, отклонение которых слишком велико, перебуриваются. Взрывание скважин производится постепенно снизу.

Керновое алмазное бурение.

Регулярные работы по керновому алмазному бурению ведутся с поверхности и из подземных выработок для целей разведки и подготовки камер.

Скважины о поверхности бурятся размером «АХ», за исключением, когда требуется обсадка их и необходимо увеличить размер их до «ВХ» или, если необходимо, до «NX». Из подземных выработок скважины бурятся размерами «ЕХ» к «АХ» Последний размер применяется в тех случаях, когда извлечение хороших кернов затруднительно.

Очистные работы

Система открытого забоя. Благодаря селективной разработке богатой серебряно-свинцовой руды, первоначально камеры в верхней части рудника имели совершенно неправильную форму. После того, как были преодолены трудности, связанные с обогащением комплексной руды, стало возможным вести более правильную разработку. Однако, приходилось часто оставлять участки руды с таким содержанием или со слабым висячим боком, что вело к большому количеству отклонений от составленных проектов разработки.

Общая схема разработки состояла в разработке открытым забоем с расстоянием между центрами камер от 24 до 60 м, причём 40-50 % руды между камерами оставлялось в целиках. Целики позднее часто полностью или частично извлекались. Выемка велась и сейчас ведётся, где возможно, уступами, причём большая, часть или вся отбитая руда поступала к рудоспускам под действием собственной силы тяжести. Когда падение лежачего бока меньше 40^0, необходимо скреперование

Нике горизонта 1170 м разработка производится почти полностью системами с массовой отбойкой руды глубокими скважинами, Причинами перехода на эти системы разработки были большее горное давление и более слабые породы висячего бока.

Системы разработки можно классифицировать по способу отбойки: с отбойкой руды «короткими скважинами» и с отбойкой руды «глубокими скважинами».

При отбойке короткими скважинами или шпурами бурильщиками, работающими в камере, применяется цельная буровая сталь. При отбойке глубокими скважинами применяется составная буровая сталь, а бурение производится из выработок, расположенных рядом с камерой, или же, при алмазном бурении, из подэтажных выработок или восстающих.

Системы разработки с отбойкой шпурами применяются там, где можно создать безопасную кровлю. Отработка камеры ведётся отбойкой руды последовательно уступами высотой 3 м, начиная от рудоспуска. Для бурения применяются автоматические колонковые перфораторы с диаметром поршня 76мм, смонтированные на треногах, и четырехгранная легированная буровая, сталь с закругленными углами, диаметром 25 мм и длиной до 3,6 м, с карбид-вольфрамовыми буровыми коронками диаметром 38 мм. Где возможно, уступы отбиваются под углом 40^0, для того, чтобы руда могла поступать к восстающему под действием собственного веса. При наклоне уступов менее 400 руда скреперуется с помощью трёхбарабанных скреперных лебёдок мощностью 22 кВт и скреперов шириной 1100 мм.

Там, где не представляется возможным создать безопасную кровлю, применяются системы с массовой отбойкой глубокими скважинами. В сульфидах и аргиллитах принято алмазное бурение скважин. Применяемый буровой станок производится в действие пневматическим центробежным мотором и имеет пневматический цилиндр для питания воздухом под давлением, этот станок может работать в выработках высотой 1,85 м, и, имея мало незащищенных движущихся частей, может бурить скважины, направленные вертикально

вверх. Применяется буровая коронка с мягкой матрицей диаметром 34,6 мм и с буровыми штангами наружным диаметром 32,3 мм и длиной 750 мм.

В более твёрдых породах бурение скважин производится перфораторами и составными буровыми штангами. Для этого применяются колонковые перфораторы с диаметром поршня 100 мм, карбид-вольфрамовые буровые коронки диметром 50 мм, четырёхгранная специальная буровая сталь с закругленными краями диаметром 25 мм, обыкновенные муфты наружным диаметром 41 мм и водяные муфты. Для взрывания всех глубоких скважин применяется 75 % полустуденистый динамит и электродетонаторы с коротким замедлением.

Системы разработки с массовой отбойкой глубокими скважинами можно подразделить на два варианта: с бурением из подэтажных выработок и с бурением из восстающих. Первый вариант применяется теперь главным образом для больших камер, расположенных в наиболее мощных частях рудного тела выше горизонта 1170 м, где углы падения обычно составляют менее 20^0.

Бурение из подэтажных выработок применялось для разработки главного массива первых трёх горизонтов, расположенных ниже горизонта 1170 м. Этот вариант теперь вытесняется вариантом с бурением из восстающих, преимущество которого состоит в том, что при нём оставляются мощные целики, не изрезанные подготовительными выработками. При этом варианте требуется также относительно меньший объём подготовительных работ.

На руднике Сулливан было пробурено около 1500000 м глубоких скважин. Расход заправок алмазных коронок составил в среднем одну на 12 м скважин, а заточек карбид-вольфрамовых коронок – одну на 4,2 м скважин. Линия наименьшего сопротивления для скважин равна 2,1 м. При этом выход руды равен 10 т на пог. м скважины.

Скреперные штреки проходятся с таким расчётом, чтобы скреперовать руду, как из камер, так и из целиков. Когда угол падения рудного тела превышает 400, проходится один скреперный штрек в нижней части блока. На участках, где угол падения рудного тела относительно пологий, количество скреперных штреков увеличивается максимально до восьми параллельных штреков.

На нижних горизонтах ширину камер принимают 22,5 м и целиков 18,0 м. В определённых условиях ширина камеры может быть принята 15 м. В этом случае ширина целика должна быть 25,5 м.

Выемка целиков.

Выемка целиков становится важным видом очистных работ и ведётся в крупном масштабе.

На основании испытаний и расчётов были сделаны следующие выводы:

1. Руда и порода, оставленные в целиках, могут выдерживать давление 390 кг/см3.

2. Таким образом, там, где мощность пород висячего бока по вертикали не превышает 60 м, в целиках достаточно оставлять 10 % руды. Можно произвести расчёты количества руды в целиках для различной мощности пород висячего бока.

3. Целики высотой более 15 м можно извлекать только после того, как будет произведена закладка окружающего выработанного пространства,

4. Если 25 % объёма целика извлечено подготовительными выработками, образовавшееся свободное пространство достаточно для размещения при одновременном взрывании всей оставшейся части целика.

5. Извлечение целиков необходимо производить в отступающем порядке, который должен быть выработан для всего рудника.

6. Были разработаны различные методы извлечения целиков в гравиевой закладке.

7. Для нижних горизонтов рудника дешевле и лучше применять закладку из сцементированной породы.

8. Постоянно ведётся тщательный геологический контроль, так как местные условия в значительной степени влияют на работы по извлечению целиков.

Методы выемки целиков.

Выемке подлежат целики, имеющие различные размеры и форму. Каждый целик представляет из себя особую проблему и требует значительного проектирования, для его извлечения, но большинство целиков относится к одному из указанных ниже видов:

1. Целики в обрушенном пространстве или в гравийной закладке.

2. Целики в открытом пространстве или примыкающие к обрушенному пространству или к гравиевой закладке.

3. Целики в закладке из сцементированной породы.

I. Целики в обрушенном пространстве или гравиевой закладке извлекаются с помощью проходки восстающих и скреперных штреков в лежачем боку под целиком, проходки выпускных дучек к руде и подготовительных выработок в целике для его разбуривания. Центральная часть целика выбирается, а бока остаются, чтобы держать закладку. Для того, чтобы создать свободное пространство для обрушения оставшейся в целике руды, внутри целика должно быть вынуто не менее 25 % руды. Фактическое количество руды сверх 25 % извлекаемой для создания компенсационного пространства, регулируется местными условиями. Разубоживания руды, выпускаемой из центральной части целика, не происходит. При извлечении руды из остальной части целика наблюдается увеличение разубоживания, так как при выпуске руда смешивается с закладкой.

2. Целики, расположенные в открытом пространстве или примыкающие к обрушенным породам или гравиевой закладке, извлекаются многими способами, в зависимости от местных условий. Где позволяют породы висячего бока, эти целики отрабатываются до полного извлечения или до обрушения, и руда скреперуется к выпускным дучкам в открытом пространстве. В этих условиях потери, в связи с обрушением, очень малы. Там, где породы или другие факторы недостаточно благоприятны, применяются методы, аналогичные тем, которые используются для извлечения целиков, расположенных в закладке, о той разницей, что наружная часть целика, объём которой сводится до минимума, не извлекается, а взрывается, чтобы вызвать обрушение. Там, где целики примыкают к заложенным участкам, но не полностью окружены ими, очень удачно применяется метод извлечения с верхней подсечкой. Подготовительные работы ведутся те же, что для извлечения целиков в закладке, с проходкой восстающего к висячему боку. Из этой точки извлекаются верхние 2,1 м целика, и руда отскреперовывается, причем оставляются лишь небольшие столбы руды для того, чтобы поддерживать висячий бок. Эти столбы затем распиливаются, висячий бок обрушается, и обрушенные породы полностью окружают целик. После этого остаток целика отрабатывается, как целик, расположенный в закладке.

3. Извлечение целиков, окружённых закладкой из сцементированной породы, ещё не производилось. Намереваются извлекать руду из этих целиков через восстающие в лежачем боку, расположенные через определённее интервалы, с отступлением по восстанию. С некоторым интервалом после извлечения будет производиться закладка через восстающие висячего бока. Отступление по восстанию будет проходить между потолочными целиками при основном отступлении по простиранию.

Оборудование для отработки целиков.

Для отработки целиков применяется следующее оборудование:

а/ для отработки целиков, содержащих до 20000 т руды, применяется электрическая двухбарабанная скреперная лебедка мощностью 22 кВт и скрепер гребкового типа шириной 1050. мм со стальным канатом диаметром 19 мм. Хвостовой блочок диаметром 800 мм прикрепляется к забитому в породу болту с проушиной. Направляющие ролики диаметром 150 мм устанавливаются с интервалами не более чем 12 м.

б/ Для отработки целиков, содержащих свыше 20000 т руды,, применяется двухбарабанная электрическая скреперная лебёдка мощностью 44 кВт и скрепер гребкового типа шириной 1500 мм со стальным канатом диаметром 22 мм. Хвостовой блок диаметром 600 мм

устанавливается на вертикальных стойках. Направляющие ролики диаметром 150 мм также устанавливаются с интервалами не более 12 м.

в/ Для целиков, расположенных в открытом пространстве, применяются трёхбарабанные электрические скреперные лебедки мощностью 22 кВт,. Для скреперования в открытом пространстве наиболее подходящие является зубчатый скрепер шириной 1100 мм со стальным канатом диаметром 16 мм. Хвостовые блочки применяются диаметром 225 мм.

Буровое оборудование применяется такое же, как и на обычных очистных работах.

Мелкий инструмент, требующийся для различных рабочих мест стандартизирован, полный запас его имеется на рабочем месте и контролёр еженедельно проверяет этот запас по списку требующегося мелкого оборудования.

Горные Работы.

Для обрушения руды некоторых больших целиков требовались крупные взрывы. Самый большой взрыв был произведен в целике, Т-образной формы, при котором было взорвано 535000 т руды, В 3000 скважин было помещено 50 т взрывчатого вещества. При взрывании крупных целиков требуется тщательный технический надзор.

Для заряжания глубоких скважин применяются патроны 75 % Форсайта различных диаметров, Для хорошего дробления при первичном взрывании в камерах или целиках требуется 82 грамма ВВ на тонну руды. На подземных взрывных работах применяются исключительно электродетонаторы с коротким замедлением. В подходящих условиях на открытых работах иногда применяется взрывание детонирующим шнуром, также о электродетонаторами с коротким замедлением. Питание энергией осуществляется от силовых линий напряжением 220 и 550 в или от взрывных машинок «Битховен». Вторичное дробление практически производится полностью накладными зарядами. Когда скреперование производится в открытом пространстве, установки грохотов не требуется, так как руда должна бить раздроблена до такой степени, чтобы она могла доставляться скрепером шириной 1100 шт. В скреперных штреках устанавливаются грохоты сечением 300 x 300 мм, изготовленные из дерева и стали, с отверстиями 0,6 x 1,8 м. .

Выпуск руды, отбитой в целиках, контролируется техническим отделом рудника. Два раза в месяц спускается график выпуска руды по каждой выпускной дучке. Во время выпуска берутся пробы руды из вагонеток, и отборщиками проб под надзором инженера производственного отдела ведётся визуальный осмотр выпускных дучек. Данные наблюдения, после проверки их техническим отделом рудника, дают возможность определить время окончания выпуска.

На каждом рабочем месте работает бригада из двух человек, за исключением особых случаев, все горные работы ведутся по договору.

Разработка открытым способом.

Разработка открытым способом ведётся на участке бедной руды у юго-западной границы рудного тела. Этот участок имеет площадь 54 м2, угол падения 20^0 к, востоку и среднюю мощность 21 м, в юго-западной части руда выходила на поверхность, а в северо-восточной части была покрыта наносами максимальной мощностью 48 м. Экономическое сравнение возможных способом разработки показало, что разработка открытым способом будет дешевле, чем подземным.

Для отработки 2.000.000 т руды фирмой, с которой был заключён договор, было снято около 228000 $м^3$ гравия и 760000 $м^3$ коренных пород. Угол откоса уступов равнялся 65^0. С горизонта 1170 м на высоту 195 м, до дна карьера был пройден под углом 65^0 рудоспуск сечением 3,0×3,0 м, с параллельным контрольным ходовым восстающим, который через каждые 9 м сбивался с рудоспуском.

Отработка руды ведется уступами высотой 7,8 м вкрест простирания. Скважины бурятся вертикальные глубиной 8,7 м. Расстояние между скважинами в ряду 2,7 м, расстояние

скважин от бровки уступа или линия наименьшего сопротивления – 1,8 м. Для взрывания применяется полустуденистое взрывчатое вещество. Расход ВВ составляет 163 грамм на тонну руды. Нижняя треть скважин заряжается патронами диаметром 38 мм и длиной 200 м, а остальная часть – диаметром 44 мм и длиной 400 мм. Взрывание скважин производится с помощью электродетонаторов с коротким замедлением, помещаемых на глубине около 3 м от дна скважин, или с помощью детонирующего шнура, соединяющего в ряди, и электродетонаторов с коротким замедлением, с замедлением до 15 тысячных секунды. Для отбойки новых уступов применяются призматические врубы, расположенные через 1,5 м, а ширина уступа также составляет 1,5 м.

Бурение производится перфораторами о диаметром поршня 100 им, смонтированными на буровых тележках и приспособленными для смен буровой стали через 3 м. Применяются буровые штанги длиной 3,6 и 9 м. Карбид-вольфрамовые буровые коронки диаметром 57 мм выдерживают 13 заправок и бракуются при диаметре около 47 мм, после того, как ими пробурено 51 м скважин. Скорость бурения составляет 60 м на машино-смену. На каждом станке работает один бурильщик, с помощником на каждые два перфоратора.

Отбитая руда грузится электрическим экскаватором о ковшом, ёмкостью 5,3 $м^3$ в дизельные автосамосвалы, с задним опрокидом, грузоподъёмностью 15 т. Для поддержания дорог постоянно используются большой бульдозер и грейдер. Они также зачищают, почву у экскаватора и подготавливают, площадки уступов для бурения. Работы ведутся только в дневную смену. Производительность рабочих на открытых работах, включая небольшой ремонт оборудования, составляет 140 т на человеко-смену.

Закладка.

Закладка производится для того, чтобы свести к минимуму оседание пород и для облегчения извлечения целиков. Применяется четыре типа закладочного материала:

1. Обрушенные породы висячего бока.
2. Порода из подготовительных работ.
3. Валунная глина.
4. Сцементированная пустая порода от установки для обогащения в тяжёлых суспензиях.

В начале разработки месторождения горные работы вызвали некоторое обрушение пород, и в 1953г. начали производить закладку выработанного пространства. Извлечение целиков в открытом пространстве достигло допустимых пределов, и было начато принудительное обрушение.

Обрушение породы висячего бока.

В зависимости от размеров целиков применяется два метода принудительного обрушения.

Небольшие целики оставляются на пологопадающих неглубоких участках жил, где приблизительно 90% руды извлекается системой открытого забоя. Распалка целиков приводит к обрушению висячего бока, что снижает давление пород на соседние целики.

Большие целики оставляются там, где состояние кровли требует дополнительного поддержания. Принудительное обрушение производится созданием верхней подсечки или выемкой верхнего слоя в одном или более целиках. В верхней подсечке оставляются небольшие временные целики, до тех пер, пока не будет произведен окончательный взрыв, который обрушит кровлю и окружит целики обрушенной породой. Выемка целиков затем производится системами с отбойкой руды глубокими скважинами алмазного бурения.

До настоящего времени общее количество закладки из обрушенных пород висячего бока составляет около 2, 4 $млн.м^3$.

Закладка породой из подготовительных работ.

Порода из подготовительных работ применяется для закладки на руднике там, где применение её целесообразно и объем составляет 5% от общего объема закладки.

Закладка из валунной глины.

На участках жил с большой мощностью обрушение непригодно, вследствие опасности воздушных ударов. Эти участки закладываются валунной глиной из отдельных залежей её, находящихся над горными выработками. В карьерах добывают гравий, содержащий менее 15% глины, к которому в пункте разгрузки добавляется 10 % воды; закладка поступает в камеры по длинным восстающим. Всего через 15 таких восстающих было уложено около 4,5 млн. м3 закладки. Указанная смесь может растекаться под почти горизонтальными углами на расстояние 450 м. Это давало возможность уложить через каждый восстающий до 360000 м3 закладки.

Гравий удерживается в камерах с помощью закрытия выходов железобетонными перемычками, в которые заделывают дренажные трубы. Избыток воды постепенно вытекает из закладки, в результате чего она усаживается приблизительно на 1%.

Закладку гравием начали производить в 1935 г. Первым методом, который был испробован для добычи закладки, было скреперование, но участки орштейна были слишком вязкими и требовали значительного объёма бурения и взрывных работ. Скреперы были заменены бульдозерами, а для отбойки орштейна применялся плуг тяжёлой конструкции. Два бульдозера RD – 8, работая так, что их скребки примыкали друг к другу, показали хорошие результаты работы при. расстоянии доставки до 120 м. Для больших расстояний доставки применялись тягачи Ле-Турно ёмкостью 8,6 и 10 м3, С перечисленным выше оборудованием за 6,5 месяцев было уложено 312000 м3 закладки.

Чтобы увеличить скорость закладочных работ были приобретены экскаватор с ёмкостью ковша 5,3 м3 и десять самосвалов емкостью 9,4 м3, о задним опрокидом. Это оборудование давало среднюю производительность 2300 м3 закладки в смену, а всего за семь месяцев с помощью его было уложено 1,1 млн.м3 гравиевой закладки.

Закладка из сцементированной породы.

Сцементированная порода для закладки появилась в результате плана сооружения установки для обогащения в тяжелых суспензиях на обогатительной фабрике. Опыт закладки на руднике Норанда и исследования с местными материалами показали, что сцементированная закладка может, быть получена путём добавления в породу хвостов с сульфидами железа. Преимущество этой закладки по сравнению с гравиевой закладкой заключалось в том, что при этом достигалось лучшее поддержание кровли, в результате чего выемку целиков мокко было производить о меньшим разубоживанием и с меньшими потерями.

Порода крупностью минус 38 мм с 7 % железистых хвостов и 2,5 % влаги цементируется приблизительно в течение шести месяцев. В этом материале на руднике были пройдены подготовительные выработки. Была произведена закладка породой с 4-5 % хвостов, чтобы определить, будет ли эта смесь давать достаточную цементацию.

Закладка из пустой породы была впервые произведена в 1949 г. и до 31 декабря 1953 г. было уложено 792000 м3 такой закладки; она применяется на участках, расположенных ниже горизонта 1170 м. Железистые хвосты добавляются к породе на обогатительной фабрике в виде кека, который разгружается с барабанного фильтра Оливер. Порода проходит под фильтром на ленточном конвейере.

Транспортирование закладки к руднику производится в рудных вагонетках ёмкостью 5,.8 м0. С помощью крупного опрокида на пять вагонеток, установленного на горизонте 1100 м, закладка разгружается в бункер ёмкостью 3500 т.

Из бункера она поступает к системе конвейеров на горизонте 1171 м с помощью пяти ленточных конвейеров и поднимается в бункер для породы ёмкостью 4500 т, находящийся выше горизонта 1170 м. С этого горизонта закладка подаётся в камеры. Состав при откатке закладки состоит из 12 вагонеток Гренби емкостью 3,6 м3.

Подача закладки в камеры осуществляется через небольшие уклоны, сечение которых составляет в среднем 0,9х0,9 м. Они проходятся с помощью алмазного бурения с горизонта 1170 м и достигают длины 24 м, как описано выше.

Приблизительно 80 % закладки размещается под действием собственного веса. Остальная часть размещается скреперованием. Проводились опытные работы по пневматической подаче закладки.

Железистые хвосты состоят приблизительно из 66 % пирротина и 12% пирита. Остальные 22 % составляет, главным образом, нерастворимый материал. Цементация породы происходит благодаря окислению сульфидов. При этом образуются очень едкие газы SO_2 тепло и кислотная вода, которые быстро разъедают незащищенные вентиляторы и вентиляционные трубопроводы. Были испытаны многочисленные защитные покрытия, и до настоящего времени хорошо противостояли влажным газам резина, свинец и асфальт. Бетон и торкретбетон медленно разрушались. Чтобы отсасывать газы на поверхность, была пройдена система специальных подэтажных выработок. При этом воздух отсасывается вентилятором с резиновым покрытием.

Спустя от одного до шести месяцев после того, как были начаты закладочные работы, кое-где появились газы, и поэтому закладку некоторых камер нужно производить по стадиям. Камеры изолируются бетонными или торкрет-бетонными перемычками, и это приводит к резкому снижению содержания кислорода. Благодаря периодическому открыванию и закрыванию камер, содержание кислорода колеблется между 5 % и 15%. Заложенные камеры сохраняли тепло в течение двух лет, но в настоящее время предусматривается сократить этот период до шести месяцев или менее с помощью нагнетания в камера большого количества охлаждающего воздуха после того, как закончится наиболее бурный период реакции.

Транспортировка

Откатка на горизонтах. По всему руднику поддерживается около 58 км откаточных путей на 13 горизонтах, исключая откаточный горизонт 1110 м, который соединяет подземную дробильную установку с обогатительной фабрикой Сулливан. За исключением небольшого количества путей с колеёй 450 мм на трёх верхних горизонтах, стандартная колея принята 900 мм.

Вся подземная откатка осуществляется контактными электровозами. Контактный провод питается постоянным током напряжением 250 В и подвешивается на подвесках, соединённых со стержнями из мягкой стали диаметром 25 мм, которые заклиниваются в шпуры, пробуренные в кровле штрека. Вес электровозов от 4 до 12 т. При весе электровоза 4 т он имеет два электродвигателя мощностью по 7 кВт и колею 450 мм, при весе 12 т – два электродвигателя мощностью по 44 кВт. Электровозы весом 12 т применяются в парном соединении на горизонтах, где большой тоннах руды транспортируется на длинные расстояния. Электровозы весом б т, оборудованные двумя электродвигателями мощностью по 14 кВт и весом 8 т, оборудованные двумя электродвигателями мощностью 18 кВт, применяются там, где они могут служить как для откатки руды, так и для откатки породы, а также для откатки всей породы от погрузочных машин. На всех электровозах применяются контроллеры и ручные тормоза обычных типов.

Рудничные вагонетки в соответствии с весом электровозов применяются: при колее 450 мм – опрокидные ёмкостью 1,1 м3, а там, где применяются большие электровозы – типа Гренби ёмкостью 4,2 м3. Наиболее распространённой вагонеткой для откатки руды и породы, а также для работы с погрузочными машинами, является вагонетка Гренби ёмкостью 2,3 м3. На каждом горизонте имеются также необходимые вспомогательные вагонетки, как, например; платформы для доставки вспомогательных материалов и оборудования и вагонетки для перевозки взрывчатых материалов,

Люки.

На руднике везде применяется стандартный деревянный погрузочный люк с покрытием из мягкой стали толщиной 15,5 м. Люковой затвор гильотинного типа поднимается и опускается о помощью пневматического цилиндра. Для того, чтобы дать возможность рабочему работать на полке, расположенном на высоте 2,1 м над уровнем головки рельсов, делается необходимая высечка.

Имеется два типа стандартных устройств для разгрузки руды и породы в перепускные восстающие. Для опрокидных вагонеток, разрушающихся вручную, требуется отверстие длиной 3,6 м и шириной 0,9 м, Когда разгрузка не производится, это отверстие перекрывается шиберной задвижкой, сделанной из труб диаметром 25 мм. Для более крупных вагонеток типа Гренби разгрузочные отверстия имеют длину 10-м и ширину 0,9 м. Такое отверстие перекрывается задвижкой, сделанной из труб диаметром 50 г.м. Заслонка закрепляется на полке, расположенном над отверстием, и приводится в движение пневматическим цилиндром, который поднимает таксе и опускает разгрузочный блок и отрегулирован таким образом, что, когда заслонка закрыта, разгрузочный блок опущен.

Регулирование движения.

На горизонте 1170 м, где на откатке руды и породы и на доставке материалов работает много электровозов, необходимо, чтобы движение всех составов регулировалось диспетчером по транспорту. Регулирование движения с помощью системы СЦБ производится диспетчером по транспорту из центрального диспетчерского пункта около места разгрузки на горизонте 1170 м. Отсюда диспетчер по транспорту регулирует красные и зелёнке световые сигналы, имеющиеся у всех разминовок на главном направлении откатки. В сочетании со световой сигнализацией применяется система магнитофонов, и машинист состава, въезжающего на главный путь, должен первым сигнализировать диспетчеру по транспорту, чтобы получить сигнал, разрешающий въезд.

Бригада состава состоит, из двух человек; машиниста электровоза и стрелочника. Когда производится погрузка вагонеток, один человек работает на полке погрузочного люка, другой управляет электровозом, подставляя вагонетки подлюк, и помогая первому рабочему только при шуровке и взрывании руды и в люках. Большая часть работ по откатке руды и породы оплачивается по прогрессивной системе.

Откатка на горизонте 1170 м включает доставку бригад подземных рабочих. Доставка рабочих производится в людских вагонах вместимостью по 18 человек. Для доставки рабочих на участки работ и обратно требуется четыре состава из 10 вагонов каждый.

Подземный конвейерный транспорт.

Выдача всей руды на поверхность и подъём пустой породы для, закладки производится с помощью ленточных конвейеров. Руда из бункера, расположенного под дробильной установкой горизонта 855 м, поднимается конвейерами к дробильной установке горизонта 1140 м, где она смешивается с рудой с верхних горизонтов для окончательного дробления. Пустая порода для закладки поднимается из бункера, расположенного ниже горизонта 1110 м, к другому бункеру над горизонтом 1170 м.

В галерее сечением 2,1 х 4,8 м, где с одной стороны проложена вспомогательная колея, установлено восемь ленточных конвейеров шириной 900 мм. Эта система конвейеров имеет следующую техническую характеристику:

Уклон – 17°.

Полная наклонная длина – 1809 м.

Полная высота подъёма – 346 м.

Длина шести верхних конвейеров – 104-132 м.

Длина двух нижних конвейеров – 258 и 289 м.

Производительность подъёма - 450 т/час.

Скорость ленты – 120 м/мин.

Ленты верхних шести конвейеров шестислойные из грубой парусины весом 3,9 кг/пог. м с покрытием несущей поверхности слоем резины толщиной 11 м и нижней поверхности слоем резины толщиной 2,4 мм. Ленты двух нижних конвейеров из холста весом 5,5 кг/пог. м с таким же покрытием из резины.

Два более длинных ленточных конвейера приводятся в движение электродвигателями мощностью 140 кВт, 900 об/мин, с автоматическими центробежными муфтами и двухступенчатыми редукторами. Руда подаётся на конвейер с помощью цепного питателя; закладка производится через люк под действием собственного веса.

Шахтный подзём.

Вся порода из подготовительных, работ ведущихся ниже горизонта 1170 м, поступает по рудоспускам на горизонт 855 м, откуда она подаётся в бункер шахты № 1 расположенной недалеко от юго-восточного края рудного тела. Она пройдена сечением 3 х 6,3 м, с наклоном 39^0 и имеет два подъёмных отделения и одно лестничное. Шахта оборудована скипами ёмкостью 8 т и клетями на 24 человека, смонтированными на одной раме. Разгрузочные устройства установлены на горизонте 1170 м и на поверхности. Производительность подъёма с горизонта 855 м до поверхности составляет 200 т/час. Скорость каната равна 8,1 м/сек.

Крупное дробление на руднике.

Руда, добываемая ниже горизонта 1170 м, поступает с каждого горизонта в систему рудоспусков, которая ведёт к дробильной установке, расположенной между горизонтами 915 и 855 м. Руда подаётся на грохот Росса, размером 1524 мм, с помощью расположенного над ним цепного питателя. Верхний продукт с грохота поступает в исковую дробилку с приёмным отверстием

900 х 1200 мм. Это оборудование размещено в первой камере.

Нижний продукт грохочения и дроблёная руда поступают па конвейер шириной 925 мм, который транспортирует руду на расстояние 22,5 м по горизонтали и 6 м по вертикали к камере вторичного дробления, расположенной над бункером дроблёной руды ёмкостью 1400 т. Над головным шкивом подвешен магнит Дингс размерами 750 х 750 мм. Конвейер разгружает руду на грохот Росса размером 1200 мм. Нижний продукт грохочения поступает в бункер, дробленой руды, а верхний продукт поступает в конусную дробилку Трэйлор с приёмным отверстием 900 мм, руда, из которой разгружается непосредственно в бункер дроблёной руды.

Вспомогательные работы

Обслуживание электромеханического оборудования на подземных работах осуществляется небольшими бригадами электриков или механиков, которые следят за эксплуатацией и производят ремонт оборудования под руководством мастера. Мастер подчиняется начальнику участка, на котором ведутся ремонтные работы. За качеством ремонта следят два мастера-электрика и два мастера-механика, которые подчиняются соответственно главному энергетику и главному механику.

Водоотлив производится в целях осушения работ и для поддержания источников снабжения водой. Рудничные воды выше, горизонта 1050 м загрязнены кислотными водами, поступающими из обрушенных камер и камер, заложенных пустыми породами от обогащения в тяжёлых суспензиях и железистыми хвостами. Там, где производится откачивание таких вод, применяются насосы из кислотоупорной нержавеющей стали. Рудничные воды с четырёх нижних горизонтов не загрязнены кислотными водами. Они собираются в водосборники и откачиваются из него для снабжения водой горных работ по всему руднику. Диаметр водопровода изменяется от 150 мм на главных магистральных

линиях до 25 мм у забоев. Питьевая вода поступает в подземные выработки из скважин алмазного бурения, пройденных на границе горных работ. От скважин вода подаётся к местам установки питьевых фонтанчиков по оцинкованным трубам диаметром 19 мм.

Сжатый воздух используется на подземных работах для перфораторного бурения, станков алмазного бурения, тягальных лебёдок, части скреперных лебёдок, насосов, распылителей воды для борьбы с пылью, различных пневматических инструментов и для подачи сигналов при производстве взрывных работ. Производительность всех остановленных компрессоров составляет 650 м3 воздуха в минуту. Диаметр магистральных воздухопроводов 350, 250 и 200 мм; диаметр ответвлений от магистральных воздухопроводов снижается до 50 мм у забоев. Сигнал о производстве взрывных работ дается за 45 минут до конца смены путём перекрытия всех питающих воздухопроводов от компрессоров в одном центральном месте в руднике. При этом давление в ответвляющихся воздухопроводах понижается до нуля путём открытия предохранительного клапана. Затем предохранительный клапан закрывается, а питающие клапаны открываются, пропуская сжатый воздух ко всем забоям. Это сигнал о взрывании всех комплектов шпуров.

Подземная телефонная сеть состоит из 100 аппаратов как телефонных, так и магнитофонных систем, а также нескольких двухлинейных установок, которые требуются для некоторых работ, как например: заливки бетона и крепления восстающих. Автоматическая телефонная система обслуживается 26-парным термопластичным кабелем с меньшими ответвляющимися кабелями.

Имеется семь систем магнитофонов для обслуживания различных мест, как например: шахт, конвейеров и этажных откаточных штреков. Они связываются между собой, а также присоединяются с помощью распределительного щита, который расположен в центральном месте рудника и управляется работником службы первой помощи.

Сигнальные системы подъёма питаются переменным током напряжением 110 В, который передаётся по электрическим проводам, помещённым в кабелепроводе диаметром 19 мм,

с концевыми муфтами на каждом горизонте. Каждый рудничный двор, оборудован кнопочным переключателем, который подаёт световой и звуковой сигналы на каждый горизонт и в камеру подъёмной машины. Каждое отделение оборудовано пружинным переключателем, который включает свет на каждом горизонте, а также свет и звонок непосредственно перед машинистом подъёма. Этот сигнал может быть дан только стволовым. Для операций по подъёму применяется местная магнитофонная система.

Электроэнергия поступает на рудник Сулливан под напряжением 60000 В и питает три расположенные на поверхности подстанции общей мощностью 9900 кВа, которые могут принять пиковую нагрузку в 6840 кВт от присоединённых потребителей общей мощностью 12138 кВт. Все стационарные подземные электродвигатели питаются трёхфазным током напряжением 550 В, 60 циклов (Герц). Исключение составляют электродвигатель подъёмной машины мощностью 350 кВт и два мотор-генератора контактной сети, мощностью по 300 кВт, которые питаются током напряжением 2300 В.

Контактная сеть питается постоянным током напряжением 250 В, который поступает от двух мотор-генераторов, находящихся на расстоянии около 1200 м друг от друга и оборудованных автоматическими выключателями. На руднике работает 61 электровоз общей мощностью 3090 кВт. Подземная осветительная сеть питается переменным током напряжением 220 В.

Главная поверхностная подстанция находится около устья вспомогательной шахты на отметке 1314 м, около 2413 м к северу от устья штольни горизонта 1170 м. Установленные на этой подстанции два трансформатора мощностью по 1500 кВа питают током напряжением 2300 В электродвигатель подъёмной машины шахты № 1, мощностью 625 кВт, и два находящихся рядом электродвигателя компрессоров, мощностью по 441 кВт каждый. Отсюда ток под напряжением 2500 В по бронированному кабелю поступает на горизонт 1170 м и дальше, через шахту № 1, к расположенным выше 12 подземным подстанциям. Мощность этих подстанций, которые питают током напряжением 500 В скреперные лебёдки, вентиляторы и насосы, общей установленной мощностью 2876 кВт, составляет от 50 до 300 кВа.

Второй силовой кабель напряжением 2300 В, идущий к трансформаторам, которые питают шесть верхних ярусов восьмиярусной конвейерной системы, проложен в рудник через

скважину алмазного бурения длиной 180 м.

На главной поверхностной подстанции имеется также три трансформатора мощностью по 1000 кВа и напряжением 6900 В, которые с помощью двух кабелей, проложенных по шахте № 1, питают энергией пять подземных подстанций, расположенных ниже горизонта 1170 м. На самой крупной из этих подземных подстанций установлено три трансформатора мощностью по 333 кВа, питающих дробильную установку горизонта 1140 м. Остальные подстанции, питающиеся током с напряжением 6900 В, оборудованы трехфазными трансформаторами мощностью 300 кВа каждый. На каждом трансформаторе установлены соответствующие групповые масляные плавкие предохранители. В этих трансформаторах применяется невоспламеняющаяся охлаждающая жидкость.

Каждый трансформатор питает энергией определённый участок, но для того, чтобы обеспечить энергией тот участок, на котором трансформатор вышел из строя, все подстанции соединяются электрическим кабелем напряжением 500 В.

Этот кабель подводится к распределительному центру на каждом горизонте и обычно снабжает энергией каждый горизонт.

От этого распределительного центра энергия к отдельным рабочим местам подводится обычно с помощью трехжильного кабеля с неопреновой изоляцией.

Вторая поверхностная подстанция мощностью 3000 кВа расположена недалеко от устья штольни горизонта 1170 м и питает током напряжением 2300 в пять электродвигателей компрессоров общей мощностью 2406 кВт. Отсюда также получают энергию поверхностные мастерские, конторы и генератор мощностью 300 кВт, питающий поверхностную контактную сеть.

Третья поверхностная подстанция мощностью 900 кВа расположена на расстоянии около 1600 м к северу от устья штольни и снабжает током напряжением 2300 В четыре главных всасывающих вентилятора, общей мощностью 294 кВт, и экскаватор о ковшом ёмкостью 5 м3 мощностью 276 кВт.

Технический отдел рудника

Технический отдел рудника делится на пять подотделов или секций: проектных работ, подземных работ, поверхностных работ, бурения глубоких скважин и секцию закладки. Каждая из этих секций возглавляется начальником, который подчиняется главному инженеру рудника. Организация и функции отдельных секций описаны ниже.

Секция проектных работ

Секция проектных работ состоит из старшего инженера-проектировщика, семи инженеров проектировщиков, одного инженера, находящегося на обучении, чертёжника, секретаря и семи отборщиков проб. Инженеры-проектировщики имеют большой опыт работы в различных секциях технического отдела рудника, и шесть из них ведут все проектные работы рудника. Седьмой проектировщик ведёт, работу, связанную с извлечением целиков, и контроль за добычей. В этой работе ему помогают находящийся на обучении инженер, секретарь и отборщики проб.

Планы горных работ.

Планы горных работ составляются на периоды в 25 лет, 5 лет и один год. План на 25 лет отражает в основном контрольные цифры и положения, которые ложатся в основу всех проектных работ по более коротким планам на 5 лет и на один год. Он обеспечивает правильную последовательность ведения горных работ. Пятилетние и годовые планы отличаются только более детальным планированием подготовительных и очистных работ.

В пятилетних планах составляются предварительные схемы отработки наиболее крупных камер и целиков, которыми руководствуются при проектировании подготовительных работ. Последние должны обеспечивать требуемую производительность рудника и опережать очистные работы. Годовые планы отражают окончательные проекты отработки камер и

целиков, которые будут отрабатываться или подготавливаться в текущем году, и служат основой для всех годовых расчётов обеспеченности рудника и финансовых расчётов.

Расчёты обеспеченности рудника.

Для каждого целика или камеры, подготовка или разработка которых запланирована в годовом плане, определяется объём работ. Сумма этих объёмов для всего рудника является годовым объёмом работ, который распределяется по месяцам между различными участками и отделами рудника. Эти объёмы наносятся на графики и даются производственному отделу для определения, требующихся рабочих и оборудования. Фактические объёмы подготовительных и очистных работ вносятся ежемесячно на эти графики и посылаются для руководства в производственный отдел.

Проекты.

Проектирование системы разработки для отработки камеры или извлечения целика производится секцией проектирования горных работ совместно с другими отделами и секциями, а именно: с производственным и геологическим отделами и с секциями бурения глубоких скважин и вентиляции. Различные методы, которые можно использовать для подготовки и отработки камеры или целика, подвергаются изучению и из них выбирается лучший в техническом и экономическом отношениях. Окончательный проект состоит из плана с различными продольными и поперечными разрезами для того, чтобы показать подготовительные и очистные работы. Для того, чтобы облегчить чтение планов и разрезов, они раскрашиваются стандартными красками. Основные показатели, такие, как тоннаж, содержание, стоимость подготовительных работ на тонну и порядок ведения подготовительных и очистных работ, указываются на чертежах или в прилагаемой пояснительной записке. Затем проект направляется на согласование начальникам различных отделов и после этого утверждается главным геологом, главным инженером, помощником директора рудника и самим директором. После утверждения проект размножается и направляется в секции подземных работ технического отдела и исполнителям для производства работ.

Специальные проекты.

Специальные проекты, как например, проекты камер дробления, рудоспусков и породой спусков, конвейеров, шахт и схем общерудничной вентиляции, составляются с учётом перспективного развития рудника.

При составлении этих проектов активное участие принимает механический отдел. В других отношениях, проектирование ведется аналогично проектированию очистных блоков, за исключением, того, что при специальных проектах составляются более подробные сметы.

Извлечение целиков и контроль добычи. Работами, связанными с извлечением целиков и контролем добычи, занимается один инженер проектировщик. С целью получения максимального извлечения целиков при минимальном разубоживании руды, каждый месяц составляются графики выпуска руды из дучек. На графиках показывается количество руды, подлежащей выпуску и порядок выпуска.

Отборщики проб прикрепляются к участкам, где они берут вагонеточные пробы всей руды, добытой из целиков. Результаты обработки этих проб в сочетании с результатами опробования, сделанного находящимся на обучении инженером, при осмотре им отдельных выпускных дучек, определяют момент, когда выпуск руды из целика должен быть прекращён,

Данные о количестве и содержании руды, выпущенной из каждого целика, сохраняются, и ежемесячно составляется отчёт, в котором указывается процент извлечения металла на данное число и разубоживание выпущенной руды.

Бюджетная контрольная статистика.

Для целей составления бюджета, планируемый ежегодный объем проходки каждой выработки указывается с соответствующим стандартным сечением и типом пород. Для этих же целей, планируемая годовая добыча подразделяется на добычу из блоков с запасами менее и более 20000 т.

Каждый месяц, фактические объёмы подготовительных и очистных работ разбиваются в соответствии с теми же категориями, которые используются для составления бюджета, так что можно сравнивать плановые и фактические расходы.

Секция подземных работ технического отдела

Секция подземных работ состоит из 22 человек.

Сюда входят: инженер подземных работ, четыре инженера, семь маркшейдерских бригад и три человека, занимающихся черчением к выполняющих различные другие конторские работы. Работой этой технической секции руководит инженер подземных работ. Он распределяет работу между четырьмя инженерами, каждый из которых руководит подземными маркшейдерскими работами на одном из четырёх действующих участков рудника и имеет от одной до трёх маркшейдерских бригад, работающих непосредственно под его руководством. Каждая маркшейдерская бригада состоит из двух человек, маркшейдера и его помощника.

Секция подземных работ отвечает за все подземные маркшейдерские работы, необходимые для проведения подготовительных выработок, очистных работ, алмазного бурения, и различные другие технические работы для геологического отдела и секций вентиляции, проектирования и закладки. Эта секция отвечает за то, чтобы подготовительные и очистные работы велись в соответствии с проектами, составленными секцией проектирования горных работ. Инженеры секции являются связующим звеном между начальником участка, сменными мастерами и техническим отделом рудника. Они могут также делать небольшие исправления в проектах, необходимые в связи с изменениями в условиях разработки.

Маркшейдер отвечает за съёмку всех подготовительных выработок на своём участке. Он также производит съёмку камер и других выработок, а также всех разведочных скважин алмазного бурения и комплектов взрывных скважин. Каждая маркшейдерская бригада отвечает за все вычисления и за вычерчивание и пополнение всех маркшейдерских съёмок. Подвигание, всех подготовительных выработок, объёмы выработок и все другие работы, которые производятся по договору, как например, крепление лесом, бетонирование и так далее, замеряются маркшейдером., Семь маркшейдерских бригад отвечают за съёмку каждый год около 11100 пог. м подготовительных выработок.

Маркшейдерские работы.

По всему руднику поддерживается сеть контрольных реперов, и все другие съемки ведутся от реперов этой контрольной съёмки, что даёт возможность исправлять, съёмки, ведущиеся от одного горизонта к другому или от одного участка к другому. Маркшейдерские контрольные реперы представляют собой стальные штифты со свинцовой пломбой в центре. Реперы для всех других съёмок представляют собой деревянные клинья со стальными маркшейдерскими гвоздями, К каждому реперу прикреплена штампованная бронзовая бирка, показывающая номер репера. Бирки используются с порядковыми номерами. Все реперы засекаются дважды: горизонтальными и повторно вертикальными углами. Горизонтальные углы измеряются азимутом.

Подготовительные выработки проходятся в нужном направлении и с нужным уклоном, который определяется с помощью цепей, подвешенных на расчётной длине к двум установленным реперам. В восстающих, которые проходятся под углом 60^0 или более, трудно производить съёмку вследствие наличия деревянных полков, и правильное направление и угол при проходке их поддерживаются с помощью трубы, Труба устанавливается таким образом, что она проходит через полки к сохраняет правильное направление и уклон. Свет, проходящий через трубу, позволяет отмечать забой восстающего.

Съёмка открытых камер производится путём выбора ряда точек по лежачему боку и измерения вертикального расстояния от этих точек до кровли камеры. В высоких камерах для измерения расстояния до кровли применяются шары, наполненные водородом и прикреплённые к шнуру, намотанному на катушку. По этим расстояниям определяются контуры каждой камеры.

Деление рудника на участки и номенклатура рабочих мест.

Подземные работы делятся на два главных участка работ: участок выше горизонта 1170 м и участок ниже горизонта 1170 м. Каждый участок подразделяется на секции, а каждая секция на выемочные участки.

Для участка рудника выше горизонта 1170 м штреки и квершлаги нумеруются по порядку. Для всех остальных мест работ для обозначения каждого рабочего места применяется система букв и цифр.

Для участка работ ниже горизонта 1170 м обозначения. рабочих мест определяются участковыми линиями, проходящими через интервалы в 15 м. К югу от этой линии идут нечётные номера, к северу – чётные.

Планы.

Планы, на которые подробно наносятся вое горные работы рудника, делаются на плотной белой чертёжной бумаге (711 x 1041 мм). Планы изготовляются в трёх различных масштабах: 1: 465, 1:1162 и 1:2324. Делаются точные копии этих чертежей на кальке, которые используются для размножения. Для каждой подготовительной выработки и каждой камеры изготовляются отдельные небольшие чертежи (228 x 362 мм). Через каждые четыре года, чтобы показать контуры всех камер, производится сборка калек (711 x 1041 мм).

Систематизация.

Все технические и геологические карты и чертежи хранятся в центральном пожаробезопасном подвале. Каждый чертеж имеет номер и маркируется по различным классификациям, в соответствии с назначением и типом работы.

Все маркшейдерские расчёты и чертежи отдельных рабочих мест, складываются по порядку в соответствии с номером рабочего места.

Секция поверхностных работ технического отдела.

Штаты секции состоят ив инженера поверхностных работ, двух маркшейдерских партий, по два человека в каждой, одного техника по моделированию и одного чертёжника, Старший маркшейдер является в то же время помощником инженера поверхностных работ.

Секция производит все маркшейдерские работы на поверхности вокруг рудника, обогатительной фабрики закладочной установки и вообще в районе. Каждая маркшейдерская бригада состоит из маркшейдера к его помощника, в случае необходимости в бригаду может быть добавлен рабочий из отдела труда.

Основные съёмки

Для составления новых планов я проверки существующих производятся основные топографические съёмки, С начала ведения открытой разработки съёмки производились периодически для геологоразведочных работ, для расположения различных уступов и дорог и для расположения скважин при вскрышных и очистных работах. По мере надобности производятся съёмки для подсчёта объёмов вынутой руды и вскрышных пород, при работе карьеров, добывающих гравиевую закладку. В них ежемесячно производятся маркшейдерские съёмки для подсчёта объёма произведенных работ.

Каждый месяц производятся контурные съёмки складов свинцового и цинкового концентратов, и подсчитывается объём концентратов на складе.

Съёмки расположения скважин алмазного бурения.

Расположение всех скважин алмазного бурения на поверхности сначала устанавливается с помощью маркшейдерской съёмки, а после того, как бурение скважины начато, расположение их переснимается.

Строительные работы.

Секция поверхностных работ несёт ответственность за маркшейдерские съёмки всех строительных работ в подземных выработках и на поверхности, таких как: установка конвейерных систем, дополнения к дробильному и подъёмному оборудованию и крепление ствола.

Временами может потребоваться прокладка дороги, электрической линии и линии трубопровода, могут быть составлены новые проекты жилого строительства и для любого из них потребуется выравнивание и нивелирование поверхности.

Точные съёмки.

Под землей на всех горизонтах устанавливаются реперы и производятся контрольные съёмки независимо от обычных рудничных съёмок. Они проводятся во всех основных подготовительных выработках. Подобные же контрольные съёмки производятся в случае надобности и на других рудниках компании.

Рудничные модели.

Изготовлением и содержанием рудничных моделей, которые строятся в масштабе 1:465, занимается техник по моделированию. Для того, чтобы модель соответствовала ведущимся подготовительным и очистным работам, требуется постоянное исправление её.

Контурные планы камер изготовляются через контурные интервалы в 3 м. С помощью этих контурных планов изготовляются модели камер и устанавливаются на своё место в рудничной модели. Для изображения различных типов пород руды, а также заложенных и обрушенных камер, применяются различные краски.

Модель имеет большую ценность для производственного и технического персоналов при проектировании подготовительных и очистных работ. Модель показывается лицам, посещающим рудник, и на ней им поясняются интересующие их подробности и системы разработки.

Секция бурения глубоких скважин

Секция состоит из старшего инженера, его помощника, четырёх маркшейдеров и двух чертёжников. Работой двух мастеров по взрывному делу с бригадами взрывников, состоящими в среднем из 14 человек, руководят совместно начальник участка и старший инженер секции.

В секции бурения глубоких скважин составляются проекты, планы и расчёты, относящиеся к бурению и взрыванию глубоких скважин, как под землей, так и на открытых работах, и ведётся учёт этих работ.

Объём буровых работ, зависящий от количества руды, которое должно быть выдано с различных участков рудника, планируется по месяцам и годам, как для перфораторного, так и для алмазного бурения. Обуренные и взорванные запасы поддерживаются в размере 50% от годового плана добычи для двух главных участков рудника и в размере 10 % для открытых работ. В 1953 г. объём запасов, отрабатываемых бурением глубоких скважин, составил 90% от всей добычи из подземных работ и 92% от всей добычи по руднику. Планы разведочного кернового бурения составляются совместно с геологическим отделом.

Маркшейдеры буровых работ размечают все комплекты скважин, устанавливают контуры всех камер и открытых работ, и учитывают производительность каждой камеры, работу, проделанную буровыми станками и коронками, и работы, ведущиеся по договору. Бурение

требует постоянного подземного наблюдения, особенно в сложных условиях выемки целиков.

Один маркшейдер осуществляет связь между геологическим, техническим к производственным отделами для того, чтобы увязать, требуемые объёмы кернового бурения с поверхности и из подземных выработок. Он ведёт такой же учёт, который ведут маркшейдеры взрывных скважин.

Секция закладки

Инженер по закладочным работам его помощник и, временами, два маркшейдера выполняют техническую работу, требуемую для размещения около 1000000 м3 закладки в год.

Проектирование закладочных работ начинается с того, что намечают камеры, подлежащие закладке, и определяют объёмы закладочного материала, требуемые на двухлетний период. После этого составляются планы подготовительных работ для производства закладки этих камер. Эти планы включают проходку длинных восстающих до поверхности, штреков, квершлагов, уклонов, шахт, разгрузочных камер и связанных с ними выработок, как например, бункеров для закладочного материала,

Для того чтобы найти подходящий закладочный материал, производится разведка пород над подземными горными работами. Разведка производится разведочными шурфами, которые проходят с помощью драглайна. После этого намечаются закладочные карьеры и откаточные дороги, и подсчитывается стоимость закладки. При эксплуатации гравиевых карьеров, составляются и пополняются каждый месяц планы и разрезы, Ведется контроль качества использующегося гравия, с помощью опробования, и ежемесячно записывается количество добытого гравия.

Для того, чтобы удерживать мокрый гравий в камерах, вое входы в них закрываются железобетонными перемычками. Состав и качество бетона проверяются по мере установки перемычек. Регулирование выделения газов из камер, заложенных породой от установки для обогащения в тяжёлых условиях, требует устройства и поддержания многочисленных перемычек. Чтобы отсасывать газы на поверхность, проектируются специальные выработки. Контрольные измерения предусматриваются совместно с отделами вентиляции и исследовательских работ.

Эксплуатационный отдел и поверхностные сооружения

Эксплуатационный отдел на руднике Сулливан возглавляется начальником эксплуатации, который отвечает за работу различных групп отдела, возглавляемых главным механиком, начальником поверхностных работ и начальником тяжёлого оборудования.

Поверхностные сооружения

Компрессорная. Главная компрессорная, расположенная около устья штольни горизонта 1170 м, размещается в здании площадью 14,4 х 54 м, построенном из бетона, стали и кирпича, и обслуживается трёхмоторным краном грузоподъёмностью 7,5 т.

Пять двухступенчатых компрессоров с электрическим приводом, общей производительностью 485 м3/мин, оборудованных воздухоприемными фильтрами, холодильниками и воздухосборниками, снабжают сжатым воздухом под давлением 7,1 кг/см^2 подземные работы и расположенные на поверхности мастерские. Компрессорная производительностью 48,5 м^3/мин, с приводом от водяного колеса, может быть использована только в течение двух или трёх месяцев в году, когда имеется достаточное количество воды. В 1949 г. в здании подъёмной машины шахты № 1 были установлены два дополнительных компрессора общей производительностью 162 м^3/мин.

Механическая мастерская

Одноэтажное здание мастерской построено из железа, бетона и кирпича и имеет площадь 585 м2, включая контору и кладовую инструмента. Главное оборудование мастерской состоит из 5 токарных станков: вертикально-сверлильного станка, радиально-сверлильного

станка, фрезерного станка с ходом 675 мм, строгального станка и 200-тонного пресса для насадки колёс. Все станки имеют индивидуальный привод. Обычное количество токарных принадлежностей, небольших ручных и электрических инструментов дополняет оборудование, достаточное для содержания и ремонта разнообразной горной техники.

Небольшая пристройка, к механической мастерской используется для чистки оборудования струёй пара, для заливки баббитом подшипников и для покрытия цинком плит щековых дробилок.

Мастерская кузнечная, сварочная и по изготовлению буровых коронок.

Эти мастерские размещаются под одной крышей в новом железобетонном здании, с перегородками ив бетона и стекла и жесткой железной крышей. Здание имеет размеры 15 x 72 м и высоту 7,2 м. На одном его конце над сварочной мастерской имеется мезонин, разделенный на контору, столовую и душевую. Чердачное перекрытие этого здания имеет уклон к центру для, обеспечения внутреннего дренажа, который устраняет условия для образования льда в зимнее время, что является обычным в этом районе при крышах, имеющих уклон наружу. Вместо обычного мостового крана для доставки материалов эти мастерские обслуживаются подъёмной платформой с вилкообразным подъёмником грузоподъёмностью 2724 кг и подъёмным приспособлением и поворотными кранами, установленными рядом с главными станками.

Вентиляция здания осуществляется с помощью 6 установленных на чердаке вентиляторов о электроприводом и с помощью системы для удаления пыли и газов с установленным на чердаке вентилятором, который отсасывает 34 м3/мин. воздуха из каждого из девяти колпаков, расположенных над горнами, работающими на угле или нефти. Отдельный вентилятор в секции сварки отсасывает газы через гибкие трубы, смонтированные над шестью сварочными столами.

Кузнечная мастерская в здании имеет площадь 630 м2, которая используется для поковочных и штамповочных работ и ремонта такого рудничного оборудования как скреперы, рудничные вагонетки и люковые затворы. Оборудование мастерской состоит из одного 680-тонного пневматического молота на отдельном фундаменте, одного пневматического молота поменьше, дыропробивного пресса с конницами, гибочных валков длиной 1,8 м, двух точильных станков (для клиньев болтов с проушиной и так далее), электрической пилы, радиально-сверлильного станка, вертикально-сверлильного станка, шести работающих на угле кузнечных горнов, двух нефтяных печей и формовочной плавильной печи для отливки бронзовых и латунных деталей.

Кислород и ацетилен подаются к приёмным патрубкам оборудования по трубам, проложенным через мастерскую. Выбор пневматических обрубочных станков, клепальных станков, переносных точильных станков, пневматический и электрических дрелей, разнообразных ручных инструментов и большое количество различных ковочных штампов с пневматическими молотами, – всё это обеспечивает выполнение разнообразных работ. Оборудование для автогенной резки размещается в отдельном помещении, примыкающем к складу полосового железа, обслуживаемому поверхностным электротельфером.

Сварочная мастерская площадью 216 м2 имеет четыре сварочных агрегата постоянного тока и один сварочный агрегат переменного тока, силой тока 300 А. Кислород и ацетилен поступают к приёмным точкам для резки и сварки по трубам. Имеется электроагрегат, применяемый, главным образом для насадки бандажей на скаты рудничных вагонеток. Этот агрегат состоит из автоматической сварочной головки, смонтированной на соответствующей раме, механического устройства для поддерживания и поворачивания обрабатываемой детали, сварочного агрегата постоянного тока силой 600 А и механизма для сбивания окалины.

Бурозаправочная, мастерская площадью 216 м^2 отгороженная в одном конце здания, оборудована различными установками, для изготовления буровых штанг и заправки съёмных карбид-вольфрамовых коронок. Оборудование мастерской состоит из двух бурозаправочных

станков, ковочного горна, печи для отпуска, двух печей о соляными ваннами, обрубочного станка, горячефрезерного станка, двух токарных станков для обточки концов буровых штанг к коронкам Крейг, винторезного станка для концов специальных буровых штанг, двух токарно-шлифовальных станков для карбид-вольфрамовых буровых коронок, водяных и масляных закалочных баков, штанго-выпрямительной машины и машины для съёмки, коронок. Всего мастерская обрабатывает около 3000 карбид-вольфрамовых коронок в неделю. При взаимодействии с исследовательским отделом, значительная часть работы этой мастерской ведется постоянно в направлении улучшения буровых коронок и штанг.

Мастерская труб и листового металла.

Эта мастерская помещается, в здании из кирпича и бетона, площадью 143 м2, и оборудована электрическим мостовым краном, грузоподъемностью в одну тонну и газоотсасывающей системой для удаления паяльных газов. Заготовки труб производят на двух резьбонарезных станках, диаметром 50 и 200 м. Изготовление вентиляционных труб диаметром до 500 мм из листового железа упрощается применением 900 мм ножниц, механических прокатных валков № 16, прокатной машины № 45, обрезающей и огибающей машины. Небольшая бригада, работающая в этой мастерской, обслуживает вое водопроводные, воздушные и паропроводные линии на поверхности рудника.

Электромастерская.

Электромастерская расположена в каркасном оштукатуренном здании с бетонным полем и занимает площадь 335 м^2. Она разделена на две секции, одна из которых оборудована двумя балками для ручного поворотного крана грузоподъёмностью 6 т, для ремонта рудничных электровозов.

Другая секция служит для обмотки якорей электродвигателей, производства испытаний и основных ремонтных работ. Эта секция обслуживается полноповоротным краном. Полный комплект необходимых принадлежностей, как-то: оборудования для обмотки, электрических ручных инструментов и установок для испытаний, обеспечивает возможность ремонта любого электрического, оборудования, которое может поступить в эту мастерскую, Имеются запасные электродвигатели для многих подземных установок. Головные аккумуляторные лампы горнорабочих заряжаются и ремонтируются двумя служащими электромастерской в ламповой, расположенной в здании рудоуправления и раскомандировочной.

Тракторный гараж.

Это здание построено из кирпича, стали и бетона и имеет площадь 210 м2. Оно оборудовано электрическим мостовым краном грузоподъёмностью 5 т. В этой мастерской производится капитальный ремонт тяжёлого оборудования. Такое оборудование состоит из четырёх тракторов, машин Турнадозер, Пэй Лоудер, грейдера, передвижного подъёмного крана Юнит и 16 самосвалов Юклид, 6 – с разгрузкой через задний борт и 10 – с разгрузкой через дно. Первые применяются на работающем круглый год рудном карьера, а вторые используются по мере надобности для доставки гравиевой закладки и размещения породы от установки для обогащения в тяжёлых суспензиях.

Каркасное здание, примыкающее к тракторному гаражу, служит гаражом для 14 легковых и трёх грузовых автомашин грузоподъёмностью 3 т, использующихся в основном для доставки материалов и обслуживания сооружений на поверхности, включая здания посёлка, вентиляторные, насосные и силовые линии.

Рядом о тракторным и автомобильным гаражами находится здание склада, где хранится достаточное количество запасных частей для различного оборудования.

Столярная мастерская.

Столярная мастерская, построенная из кирпича, стали к бетона, имеет площадь 230 м2 и оборудована коллектором для опилок, который соединён каналами с различными машинами.

Деревообрабатывающее оборудование состоит из ленточной пилы, долбёжного станка, фуговочного станка с шириной строгания до 450 мм, двух продольных пил, пилы До Уолт и станка для изготовления деревянных нагелей. Ручных инструментов, таких как механические пилы, цепная пила, сверла по дереву, дрели и шлифовальный круг, вполне достаточно для производимых вне мастерской ремонтов. Основными изделиями, которые мастерская изготовляет для рудника, являются: лестницы, лотки для кернов, забойники, прокладки, подкладки под вагонетки, нивелирные рейки и опоры для контактного провода. Все ремонты в зданиях и небольшие строительные работы выполняются небольшой бригадой плотников, дополнительной к штатной бригаде мастерской.

Красильная мастерская.

Красильной мастерской служит небольшое здание, где специальными методами производится перекраска различных металлических и деревянных сигналов и знаков. Эта мастерская служит также для окраски установок, на поверхности и подземного оборудования, когда оно выдается на поверхность для ремонта.

Отопительные установки.

Мастерские горизонта 1170 м, конторы и битовой комбинат отапливаются паром от центральной котельной, работающей на угле, в которой установлено два циркуляционных паровых котла низкого давления, размерами 1,5 м х 4,8 м, один из которых имеет механическую топку, а другой – ручную. Отдельная котельная имеет паровой котёл с механической топкой, снабжающей паром шесть зданий компании, котёл водяного отопления для отопления, кухни и прачечной, и работающий на жидком топливе котел, Обслуживающие прачечную госпиталя Кимберлей. Другие здания, удалённые от двух центральных котельных, оборудованы индивидуальными котельными, работающими или на жидком топливе или на угле. Некоторые небольшие здания имеют только электрические обогреватели.

Рудничные конторы, склад и быткомбинат.

Около устья штольни горизонта 1170 м находится двухэтажное здание площадью 90 х 24 м построенное из кирпича, стали и бетона, в котором помещаются рудничные конторы, склад и быткомбинат. Часть здания, занимаемая конторами, включая ламповую, имеет площадь 1210 м2 и вмещает отделы: производственный, технический, геологический, исследовательских работ и вентиляции, техники безопасности, ремонта, группы обучения, табельную и библиотеку. Склад занимает площадь 1020 м2, включая подвальное помещение, которое обслуживается элеватором. Быткомбинат, в котором размещаются шкафчики для одежды, душевые, умывальники, санитарные узлы и соляриум, занимает на двух этажах площадь 1620 м2. Пожарная машина и машина скорой помощи стоят у этого здания и обслуживаются, если потребуется, людьми из механической мастерской, которые находятся все время на дежурстве.

Грузы, доставляемые руднику компанией Канедиен Пасифик Рейлуэй, прибывают на рудничную площадку ниже устья штольни, где они разгружаются и затем доставляются или к горизонту штольни с помощью лебёдок по двум наклонным путям, или в автомашинах через посёлок.

Исследовательские и подготовительные работы

Исследовательский отдел был организовав в 1946 г.

С тех пор штат отдела постепенно увеличился с одного инженера исследовательских работ, работающего по совместительству, до 9 постоянных работников отдела.

До 1946 г. исследовательские работы велись инженером-совместителем, которому помогали работники технического отдела рудника, или силами того отдела, который был заинтересован в этих исследованиях.

Исследования

С создание» исследовательского отдела все проводимые опыты и исследования были централизованы. Это, было произведено в больших масштабах. В ведение отдела входят такие работы, как стандартизация оборудования и методов работ, наблюдение за исследованиями и рассмотрение предложений рабочих. Основная работа состоит из исследований и испытаний таких разнообразных предметов, как болтов с проушиной, типов лебёдок, деталей буровых станков и испытания бетона, и более крупных исследований, таких как применение карбид-вольфрамовых буровых коронок и изучение оборудования алмазного бурения.

Среди главных исследовательских работ, проведенных в течение последних нескольких лет, наиболее важными являются: исследование и внедрение карбид-вольфрамовых буровых коронок, перфораторного бурения глубоких скважин, изучение коронок алмазного бурения и закладки открытых камер хвостами от установки для обогащения в тяжелых суспензиях, с добавлением хвостов с сульфидами железа.

Карбид-вольфрамовые боровые коронки.

Съёмные карбид-вольфрамовые буровые коронки были впервые испытаны в очень твёрдых породах в 1948 г. Результаты получились очень хорошие и эти коронки сразу стали применяться в забоях подготовительных выработок, проходящихся по кремнистым породам, где бурение комплектов шпуров глубиной 0,6 – 1,2 м производилось в течение двух-четырёх смен. В большинстве случаев комплект шпуров глубиной 1,2 – 1,5м бурился с помощью карбид-вольфрамовых коронок за одну смену. Бурение в твёрдых породах приводило к преждевременному износу коронок и высокому расходу буровой стали. Исследовательские и экспериментальные работы со съёмными коронками, буровыми штангами и станками продолжались при этом без перерывов. Создание коронки для бурения чрезвычайно твёрдых кремнистых пород было трудной проблемой для конструкторов коронок, и, несмотря на то, что велись поиски наиболее экономичной буровой коронки, опыты производились практически со всеми типами и видами короной, применявшихся о различными типами буровой стали и станками различных размеров.

В течение прошедших четырёх лет техника впайки, твёрдые сплавы и конструкция коронок были значительно улучшены, о чём свидетельствует расширяющееся применение армированных коронок для всех типов пород. В настоящее время коронки, армированные твёрдыми сплавами, применяются на руднике Сулливан во всех забоях подготовительных выработок. Были проведены широкие испытания с применением пневматических колонок и сплошной буровой стали вместе с буровыми коронками, армированными карбид-вольфрамовыми пластинками. Результаты испытаний показали незначительное снижение стоимости бурения, но экономия покрывала увеличенные расходы, связанные с доставкой буров.

Пневматические колонки и съёмные карбид-вольфрамовые буровые коронки применяются при проходке подготовительных выработок на подэтажах. Самая низкая стоимость проходки подэтажных выработок и восстающих оказалась при применении лёгких телескопных перфораторов и карбид-вольфрамовых коронок.

Перфораторное бурение глубоких скважин.

Расходы на алмазное бурение скважин в очень твёрдых кремнистых известняках заставляли переходить на буровые коронки, армированные твёрдыми сплавами, секционные буровые штанги и перфораторы. Экспериментальные работы в этой области были начаты в 1949 г., но они проводились только для очень твёрдых пород. Рост стоимости алмазов в последние годы приводит к широкому применению перфораторного бурения глубоких скважин. В течение 1952 г. были приобретены два новых колонковых перфоратора с диаметром поршня 100 мм, и они при улучшенных буровых штангах, муфтах, коронках и водяных муфтах, вместе со специальными сконструированными для работы инструментами, снова показали очень хорошие результаты. В настоящее время применение перфораторного бурения глубоких скважин ограничивается пока более твёрдыми породами, однако, ведутся

дальнейшие исследования, направленные на получение стоимости бурения в более мягких сульфидных рудах.

Алмазное бурение.

Увеличение стоимости алмазного бурения в течение 1951- 1952 годов сделало необходимым изучение алмазных буровых коронок как в отношении их размеров и формы, так и в отношении сорта алмазов, размеров и конструкций безкерновых коронок, размеров керновых коронок и буровых штанг. Несмотря на то, что эти исследования ещё не закончены, несколько решений уже принято:

1. Буровые штанги Е /наружным диаметром 34 мм/ и безкерновые коронки диаметром 34 мм показали себя наиболее экономичными для бурения обычных взрывных скважин.

2. Мягкая матрица показало более удовлетворительные результаты для обычного применения, чем твёрдая матрица.

Наиболее экономичные размеры алмазов и количество карат на коронку ещё не установлены. Также не установлен наиболее подходящий размер керновой буровой коронки.

Закладка хвостами от установки для обогащения в тяжёлых суспензиях.

Закладка камер хвостами размерами минус 50 мм плюс 1/4 меш. и 7 % железных концентратов стала производиться в декабре 1949 г. Хотя предварительно было проведено больное количество лабораторных испытаний для установления крупности закладочного материала и содержания железных концентратов, было установлено, что условия нагревания и цементации в камерах, объемом от 1350 $м^3$ до 3780 $м^3$, резко отличаются от результатов, полученных в лаборатории. Основными проблемами стали изоляция камер и контроль за выделением SO_2. В результате этого, несмотря на то, что было заложено полностью или частично двадцать камер, каждая камера в отдельности представляет из себя по существу опытную камеру, так как при закладке каждой камеры добавлялось разное количество железных концентратов и подавалось разное количество кислорода /воздуха/. Это делало необходимым вести точные наблюдения за реакцией в каждой камере. Цементация закладки во всех заложенных камерах ещё продолжается, поэтому проценту железных концентратов, крупности хвостов и количеству закладки, укладываемой одновременно, уделяется вое ещё значительное внимание.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Вентиляционную службу, которая является необходимой для ведения горных работ, несёт штатный персонал из четырех человек. Наряду с распределением всех вентиляционных потоков, их работа включает ежемесячные замеры запыленности, измерение температуры в заложенных камерах и анализы рудничного воздуха и газов в заложенных камерах. Основной задачей службы вентиляции является регулирование главных и второстепенных воздушных потоков для создания хороших рабочих условий. В настоящее время главная система вентиляции подвергается изменению, и общее количество воздуха, циркулирующего по выработкам, будет увеличено с 217 м3/сек до 354 м3/сек. Главным нововведением является включение в вентиляцию центральной полевой шахты, которая, в сочетании с вентиляционными шахтами северного и южного флангов, будет обеспечивать комбинированную нагнетательно-всасывающую схему проветривания, полное сопротивление которой будет 102 мм вод. ст. Это влечёт за собой сооружение пяти новых вентиляционных установок, которое будет завершено в 1954г. Эти установки будут типа Джеффри «12А», с регулируемыми лопатками непосредственным приводом для каждого вентилятора. Исключение составляют лишь две установки типа Джой «НН», которые для целей дегазации имеют большой напор. Сечение основных подготовительных выработок, по которым проходят входящая и всходящая воздушные струи, составляет 5,6х4,2 м. За прошедшие 18 месяцев было пройдено всего 2880 м новых подготовительных выработок для проектируемой схемы проветривания.

Проветривание верхнего участка рудника осуществляется одной струёй воздуха, а нижнего участка – отдельными ответвляющимися по горизонтам воздушными струями. Главные вентиляционные выработки для исходящей струи воздуха, будучи расположены в северном конце каждого участка, направляют поток воздуха вкрест простирания. Дегазационная система работает навстречу этому потоку, получая своё количества воздуха из основных рудничных выработок и из отдельной штольни. Главные рудничные вентиляторы располагаются на поверхности в огнестойких зданиях. Благодаря соответствующим размерам вентиляционных выработок, параллельным, штрекам и многочисленным разветвлениям воздушных потоков, характеристика вентиляторов выгодна для их экономичной работы и регулирования. С помощью такого распределения воздуха все нежелательные утечки, называющиеся обычно потерями воздуха, сводятся к минимуму.

Пылеулавливание считается дополнением к рудничной вентиляции. Большая суточная производительность, достигаемая с помощью хорошо механизированной работы, требует постоянного улавливания пыли в конвейерной системе, дробильных установках, местах погрузки, скреперных штреках и в местах, где производится бурение. Две подземные дробильные установки оборудованы закрытыми вытяжными системами для удаления пыли и сбиты вентиляционной выработкой с вентиляционной шахтой, выдающей загрязненный воздух. Существенными мерами борьбы с пылью являются также мокрое бурение и водяные оросители местной конструкции. Проветривание скреперных штреков осуществляется самостоятельно большей частью с помощью вспомогательных вентиляторов. Все остальные места образования пыли оборудуются водяными оросителями, где это целесообразно. Взятие проб пыли осуществляется кониметрическим методом.

При глубине выработок в настоящее время в технике вентиляции не возникает проблемы охлаждения воздуха. Средняя температура воздуха составляет 12°, а температурный градиент пород равен приблизительно 0,5° на 30 м вертикальной глубины. В зимний период поступление воздуха регулируется таким образом, чтобы использовать его охлаждающее действие. Подогрев поступающего воздуха считается нецелесообразным производить в настоящее время в связи с тем, что воздух в рудник поступает по большому числу выработок и в различных объёмах.

Схема регулирования второстепенных воздушных потоков для главных участков рудника различна. Это влечёт за собой установку большого количества дверей, перемычек, регулирующих устройств, вентиляционных трубопроводов и вспомогательных вентиляторов. На руднике везде применяется два стандартных типа штрековых дверей, окрашенных в чёрный и желтый цвета и оборудованных сигнальными лампами. Для скреперных штреков изготовляются из использованной резиновой конвейерной ленты специальные двери, которые могут выдерживать сотрясение от взрывов. Деревянные двери сооружаются из круглого корабельного леса диаметром 175 мм или из брусьев сечением 50 х 250 мм, соединённых в шпунт, в зависимости от условий работы. Все применяемые вспомогательные вентиляторы имеют электрический привод. Мощность их, как осевых, так и центробежных – от 2,2 кВт до 18 кВт.

Общий текущий ремонт установок производится в подземных условиях, но крупные ремонты осуществляются в мастерских на поверхности. Материалы для службы вентиляции поступают с центрального склада. Вентиляционные трубы и арматура из оцинкованного железа изготовляются диаметром 300 или 450 мм и предпочитаются обычно вентиляционным трубам из прорезиненной ткани.

Закладка камер хвостами от установки для обогащения в тяжёлых суспензиях, с добавлением, сульфидов, из которой в различных количествах выделяются двуокись серы и тепло, требует совершенно отдельной системы проветривания.

Это осуществляется с помощью, вентилятора с резиновым покрытием, установленного на подэтажном штреке, сбитом с выходящей на поверхность шахтой. Вентилятор, имеет индивидуальные контрольные пункты у выхода из каждой заложенной камеры. Во всех дегазационных выработках применяются бетонные и торкрет-бетонные перемычки с контрольными дверьми с свинцовым покрытием и резиновыми уплотнениями. В камерах ведётся постоянная проверка закладки, наличия газов, количества кислорода и температуры. Выходящая на поверхность шахта служит также для выдачи запыленного воздуха от конвейеров, бункеров и дробильной установки.

Полная установленная мощность главных вентиляторов составляет 883 кВт. На работу главных и вспомогательных вентиляторов расходуется около 14 % всей поступающей на рудник электроэнергии. Всего на руднике на каждую тонну добытой руды поступает 3,4 т воздуха. Общая депрессия, развиваемая главным вентиляторами, не превышает 102 мм. вод. ст.,

Техника безопасности

Технике безопасности на руднике Сулливан всегда уделялось большое внимание. Обучение является основой организации техники безопасности. Обучение технике безопасности нового рабочего начинается с того дня, как он принят на работу, и продолжается в течение всего времени работы его на руднике.

За прошедшие годы на руднике Сулливан замечаются большие достижения в предотвращении несчастных случаев. За все время самое большое количество несчастных случаев с потерей рабочего времени было в 1929 г., когда оно составило 289. При этом потеря рабочих дней на 1000 отработанных смен составила 15, а частота несчастных случаев была равна I /несчастных случаев на 1000 отработанных смен/. В 1951 г. количество несчастных случаев с потерей рабочего времени составило 59, при этом потеря рабочих дней на 1000 отработанных смен равнялась 5,2, а частота несчастных случаев была 0,17. Сравнение этих цифр дает представление о достижениях в этой области. Такое же количество несчастных случаев с потерей рабочего времени было и в 1952 г., хотя на 1000 отработанных смен приходилось 7,2 потерянных дней, а частота несчастных случаев была 0,19.

Под несчастным случаем понимается такая травма, которая влечет за собой потерю рабочего времени в количестве одного или более дней. Национальный Совет Безопасности отметил достижения рудника Сулливан в 1951 г. присуждением ему самой высокой награды Премии почета за выдающиеся достижения в технике безопасности.

Новый рабочий.

После прохождения новым рабочим медицинского осмотра, он опрашивается представителем отдела техники безопасности. Во время этого опроса выявляют знания рабочего, полученные при его прошлой работе на рудниках, а также узнают, имеет ли он квалификационные документы взрывника, службы первой помощи или горноспасателя. Рабочему дают объяснения насчет необходимого предохранительного оборудования и сообщают, где оно может быть получено. Ему выдают «Правила техники безопасности на рудниках» и предлагают их изучить. Если рабочий направляется на подземные работы, его посылают к заведующему ламповой, который выдает ему лампу и дает подробные инструкции правильного обращения с ней. Ему объясняют, что перед тем, как идти на смену, он должен зайти снова в отдел техники безопасности, где его снабдят защитными очками и ремешком для его защитной каски.

Курсы техники безопасности на подземных работах.

Все новые рабочие, независимо от того, имеют ли они опыт подземных работ или нет, должны посещать курсы техники безопасности на подземных работах. Любой подземный рабочий, который был выведен с работы из-за несчастного случая, также должен посещать эти курсы. Курск работают только тогда, когда для обучения имеется достаточное количество человек (в каждом классе обучается не больше 14 человек).

В каждом классе учёба продолжается четыре дня, и все вопросы, относящиеся к предотвращению несчастных случаев, тщательно обсуждаются. Главным инструктором является представитель отдела техники безопасности. Для каждого нового класса он имеет помощника из отдела эксплуатации. Помощником инструктора является или обычный горный мастер, или мастер по уборке руды. Каждый рабочий, посещающий четыре дня курсы техники безопасности, получает такую же зарплату, как при своей обычной работе.

Слушатели курсов совершают экскурсии на различные участки рудника, где им предоставляется возможность ознакомиться с различными видами работ. Все инструкторы прошли обучение на инструкторских курсах и курсах по технике безопасности. Попользуются также звуковые фильмы. Дальнейшая забота о новых рабочих возлагается на техперсонал, с которым им придётся постоянно работать. Курсы для рабочих начали работать в 1946 г. и до конца января 1953 г. на них было обучено 1779 рабочих.

Обучению помогало в качестве инструкторов 52 человека техперсонала.

Горноспасательное дело.

На руднике Сулливан активно проводится обучение горноспасательному делу, причём каждый год обучаются новые команды горноспасателей. Весь техперсонал подземных работ обучается на руднике технике горноспасательного дела. Для того, чтобы вызвать и поддерживать па рудниках интерес к горноспасательной работе Горное Бюро провинции Британская Колумбия проводит ежегодные конкурсы рудников по горноспасательному делу.

Первая помощь. Весной и в конце каждого года для всех рабочих устраиваются занятия по оказанию первой помощи. Весь техперсонал подтверждает свои аттестаты по оказанию первой помощи, по крайней мере, один раз в каждые пять лет,

- Пункты первой помощи имеются на поверхности и под землёй, где дежурят медицинские сёстры, которые имеют удостоверения от Пенсионерного Совета рабочих провинции Британская Колумбия. В центральных местах по всему руднику на поверхности устанавливаются аптечки первой помощи, носилки, одеяла и т. д.

Для поддержания интереса к работе по оказанию первой помощи через год проводятся конкурсы.

Система предупреждения остропахучими веществами у камеры-убежища. В соответствии с правилами для металлических рудников провинции Британская Колумбия рудник Сулливан оборудован системой предупреждения остропахучими веществами. Чтобы известить работающих под землёй о необходимости быстро покинуть рудник, в воздухопроводы вводится **этил-меркаптан**. Аварийные станции предупреждения остропахучими веществами устроены в центральных местах по всему руднику. Когда запах обнаруживается, рабочие немедленно сообщают об этом на ближайшую аварийную станцию.

Станции-убежища сооружены на нижних горизонтах рудника и оборудованы газонепроницаемыми дверьми, питьевой водой, сжатым воздухом, телефоном и медикаментами для первой помощи.

Комитет и собрания по технике безопасности. Комитеты по технике безопасности и промышленной гигиене организуются для работ на поверхности и под землёй. Они состоят из представителей профсоюза и компании. Регулярно через каждые две недели проводятся собрания по технике безопасности, которые имеют большое значение в программе борьбы с несчастными случаями на руднике Сулливан. Большую пользу имеют фильмы и дискуссии о том, как предотвратить несчастные случаи и предусмотреть опасности.

Сотрудниками отдела техники безопасности производится расследование всех несчастных случаев, Специальное расследование всех серьёзных несчастных случаев производится с представителями из производственного отдела, местного профсоюза и отдела техники безопасности.

В дополнение к ежедневному осмотру техперсоналом всех рабочих мест производится регулярный осмотр рабочих мест сотрудниками отдела техники безопасности и членаш4 комитетов по технике безопасности.

Поощрительные премии.

Для создания и поддержания заинтересованности в предупреждении несчастных случаев применяется следующая система поощрения. Горные работы на руднике Сулливан разбиваются на пять участков; отработав 100 дней без несчастных случаев с потерей

рабочего времени, каждый участок получает денежную премию в размере 100 долларов, за 200 дней – 200 долларов, за 300 дней 300 долларов и 300 долларов за каждые последующие 100 дней сверх 300 дней. Кроме того, выдается особая премия в размере 50 долларов за улучшение существующего рекорда. Денежная премия распределяется на участке согласно пожеланиям работающих. Обычно это делается в форме лотереи, путём выпуска выигрышных билетов. Чтобы информировать рабочих о достижениях по технике безопасности, на их участке, вывешивается доска показателей несчастных случаев. Рабочие проявляют большой интерес к этой доске и, несомненно, это делает их более сознательными в отношении техники безопасности.

Месяц май считается месяцем техники безопасности, и в течение этого месяца выдаются специальные премии за достижение хороших результатов по технике безопасности.

«Месяц техники безопасности» проводится каждый год в надежде на то, что, будучи активным в отношении техники безопасности в течение этого месяца, каждый рабочий на работе будет постоянно развивать привычки в отношении соблюдения правил техники безопасности.

Список использованной литературы

БЕРЧЕТТ У.К., «Открытие рудника Сулливан», «Бестерн Майнер», 1944, т. 17, № 8,

ДЭЙЛИ Р.Э. «Геологический обзор Канады», «Мемуар», 1912, 38, стр. 221.

ДУР Э.И. «Издание университета в Висконсине», США, 1929 г.

ПЕНТЛЭНД Э.Дж, «Залегание олова на руднике Сулливан», Труды “Тзи Кенедиен Инститьют оф Майнинг энд Металлурджи”, 1943, т.46, стр. 17.

РАЙС Х.М.Э. «Геологический обзор Канады», Мемуар, 1937, 207.

СКОФИЛД С.Дж. «Геологический обзор Канады», Мемуар, 1915, 76.

ШВАРЦ Дж. М. «Микроскопические особенности руды месторождения Сулливан», Инджиниринг энд Майнинг Джорнел, 1926, сентябрь, № 4.

«Подготовительные работы на руднике Сулливан». Труды “Тзи Кенедиен Инститьют оф Майнинг энд Металлурджи, 1924, т.27, стр.306. (Автор: инж.технические работники рудника Сулливан).

СВЭНСОН К.О. «Геология рудника Сулливан».

Ганнинг Х.К. Труды “Тзи Кенедиен Инститьют оф Майнинг энд Иеталлурджи».1945, т.48, стр. 645.

БЕРЧЕТТ У.К. «Открытие рудника Сулливан». Вестерн Майнер,1944, август, т.17, стр. 37

ЧИСХОЛМ К. Д. М. «Закладочные работы на руднике Сулливан».

Труды «Тзи Кенедиен Инститьют оф Майнинг энд Металлурджи», 1941, т.44, стр. 93; также Вестерн Майнер, 1940, декабрь, стр. 23.

УОЛДМ Ф.М. «Система подземных конвейеров на руднике Сулливан». Труды «Тзи Кенедиен Инститьют оф майнинг энд Металлурджи». 1945, январь, т.48, стр.1.

Чисхолм К.Д.М. «Алмазное бурение глубоких взрывных скважин на руднике Сулливан». Труды «Тзи Кенедиен Инститьют оф Майнинг энд Металлурджи, 1946, февраль, т, 49, стр. 63.

КОЛТОРПИ И.Дж. «Проходка ствола шахты № 1 на руднике Сулливан», Вестерн Майнер, 1947, май, стр. 40.

БЭРРЭТТ Р.Т. «Оборудование шахты № 1 на руднике Сулливан», «Вестерн Майнер», 1947, т. 20, стр. 39.

БЛУМЕР Р.Т. «Извлечение целиков на руднике Сулливан». «Тзи Кенедиен Майнинг энд Металлурджикел Бюллетин», 1948, январь, № 429, стр.2, также «Вестерн Майнер», 1948, май, т.21,стр, 51.

УЭЙТМЭН О.И. «Восстающий 42136 на поверхность на руднике Сулливан», «Тзи Кенедиен Майнинг энд Металлурджикел Бюллетин», 1 48, октябрь, т. 41 стр. 573.

СТРИС, НЭЙЖЛ и НАЙТОН «Последние усовершенствования в горных работах рудника Сулливан». Труды «Тзи Кенедиен Институт оф Майнинг энд Металлурджи», 1950, т. 53.

ДЖИДЖЕРИЧ Дж.Р. «Подземная доставка руды конвейерами на руднике Сулливан», Труды «Тзи Кенедиен Институт оф Майнинг энд Металлурджи»,1951, т. 54.

ДЖИДЖЕРИЧ Дж.Р. «Обзор практики работ на руднике Сулливан». Труды «Тзи Кенедиен Институт оф Майнинг энд Металлурджи», 1952. т. 55.

Фотографии рудника Сулливан

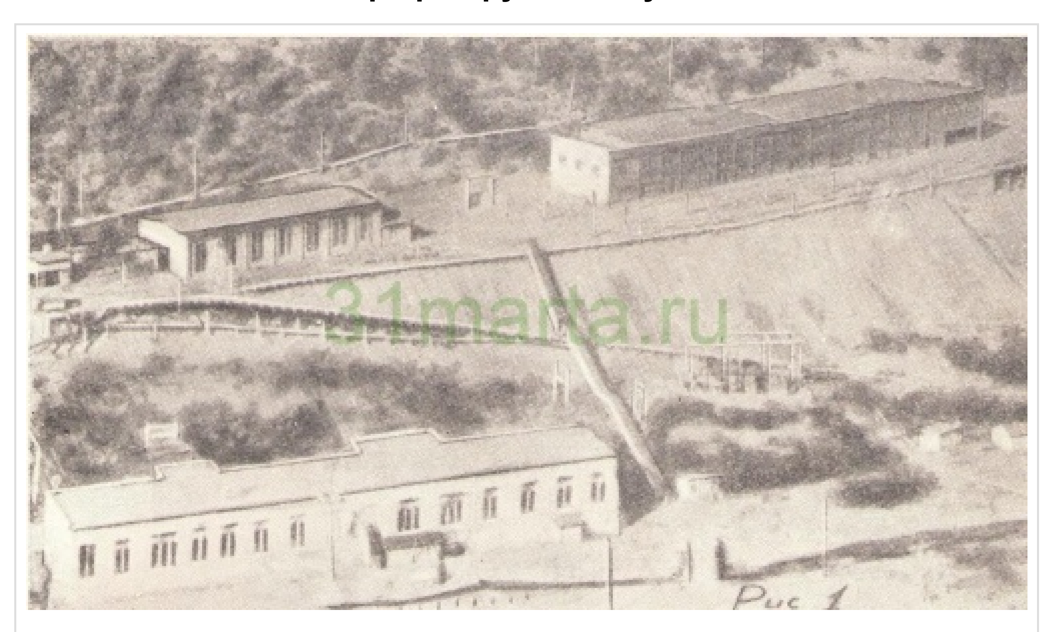


Рис. 1. Здания на поверхности у устья штольни горизонта 1170 м, рудник Сулливан.

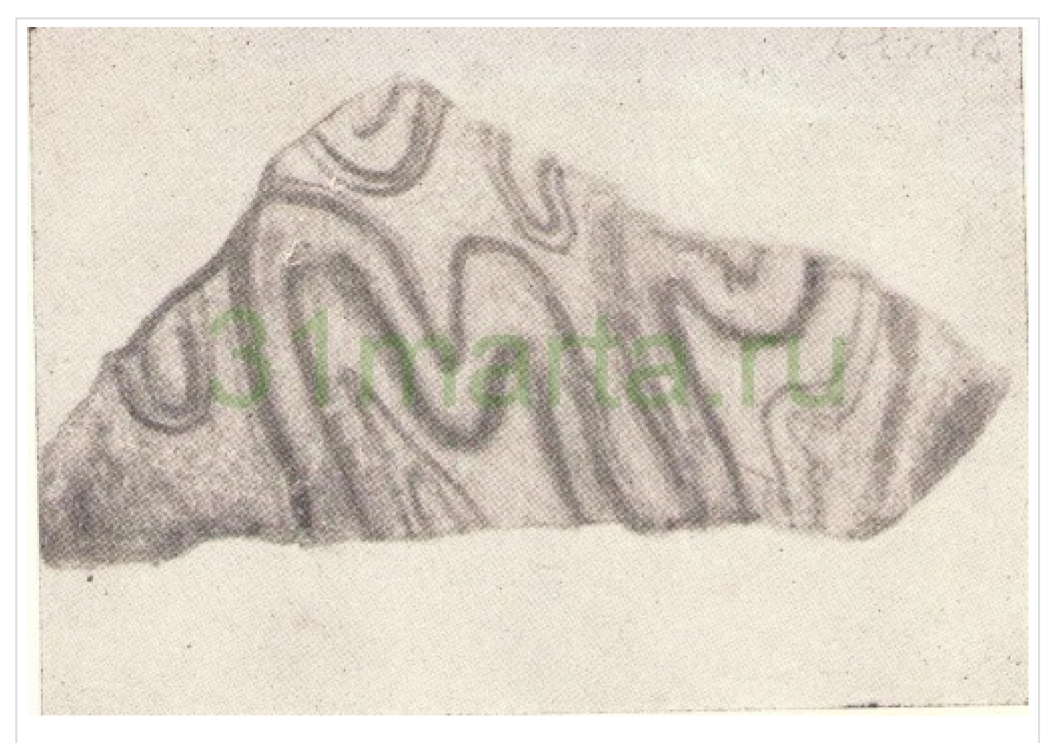


Рис. 2. Полосчатая руда, рудник Сулливан

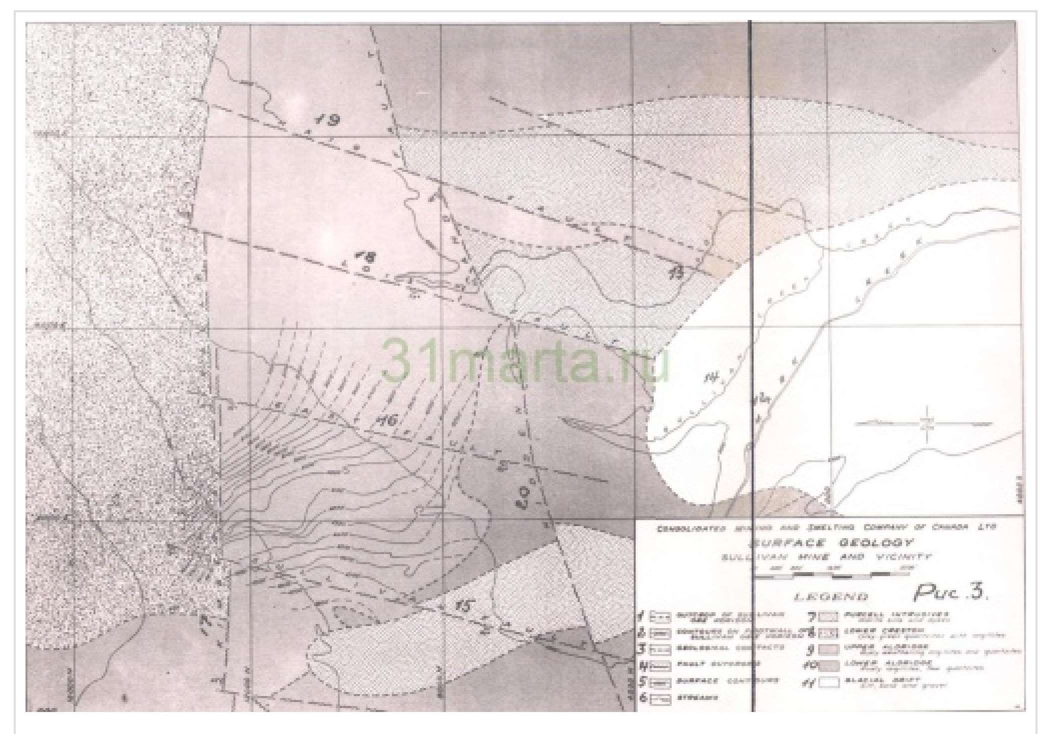


Рис. 3. Геологический план поверхности рудника Сулливан и окрестностей.

1. Выходы рудного тела на поверхность. 2. Контуры лежачего бока рудного тела. 3. Геологические контакты. 4. Обнажение сбросов. 5. Горизонтали 6. Ручьи.

7. Интрузивные породы: диоритовые включения и дайки. 8. Нижняя седловина: серо-зеленые кварциты с аргиллитами. 9. Верхняя формация Ордридж: окисленные выветренные аргиллиты и кварциты. 10. Нижняя формация Ордридж: окисленные аргиллиты немного кварцитов. 11. Ледниковые отложения: ил, песок и гравий. 12. Ручей Мэрк. 13. Ручей Лойс. 14. Ручей Сулливан.

15. Сброс Сулливан. 16. Восточный сброс. 17. Сброс Кимберлей. 18. Сброс Лойс. 19. Сброс Хэйг. 20. Сброс Хидден Хэнд.

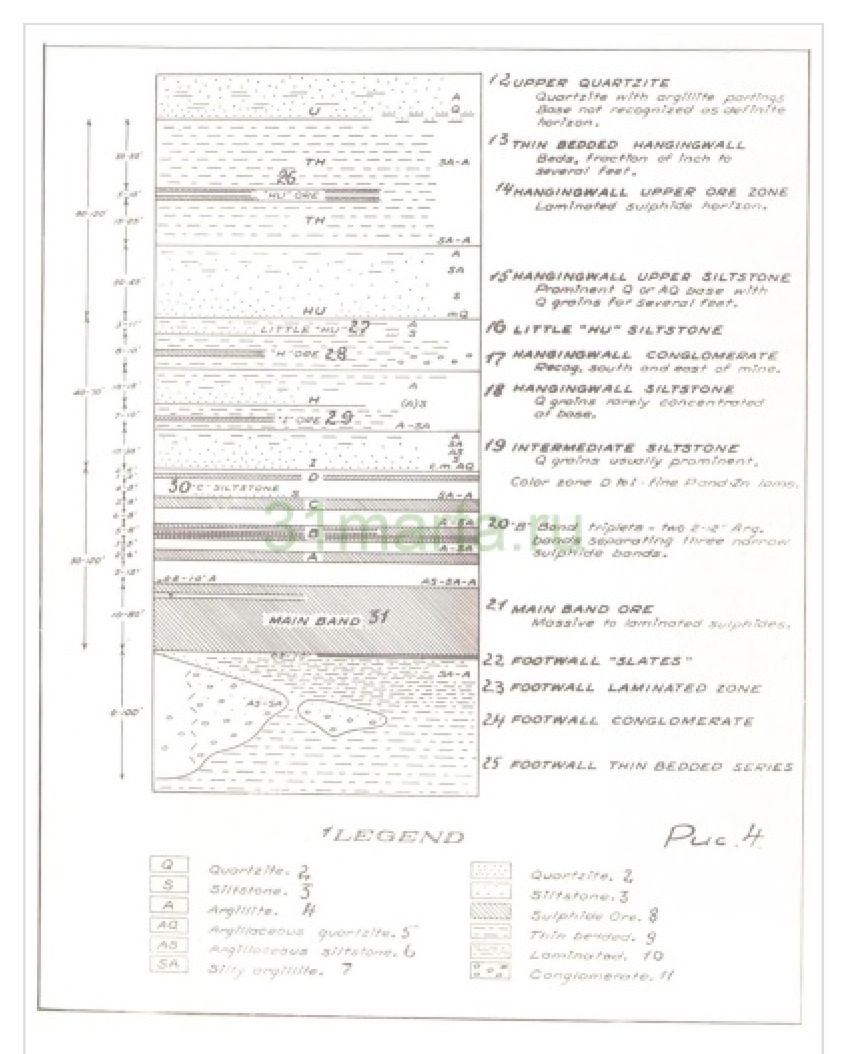


Рис. 4. Геологическая колонна пород на руднике Сулливан

1. Условные обозначения.
2. Кварциты.
3. Алевролиты.
4. Аргиллиты.
5. Глинистые кварциты.
6. Глинистые алевролиты.
7. Илистые аргиллиты.
8. Сульфидная руда.
9. Тонкослоистые породы.
10. Полосчатая текстура.
11. Конгломераты.
12. Верхние кварциты: кварциты с включением аргиллитов. Кварциты не относятся к определённому горизонту.
13. Тонкослоистые породы висячего бока: пласты толщиной от нескольких сантиметров до нескольких метров.
14. Верхняя рудная зона висячего бока. Горизонт сульфидов с полосчатой текстурой,
15. Верхние алевролиты висячего бока: видны кварциты и глинистые кварциты с зёрнами кварца, прослеживающимися на несколько метров.
16. Небольшой прослоек алевролита “НИ”.
17. Конгломераты висячего бока: расположены в южной а восточной частях рудника.
18. Алевролиты висячего бока: в алевролитах редкие скопления зёрен кварца.
19. Промежуточные алевролиты: обычно заметны зёрна кварца.

20. «В» – два слоя аргиллита толщиной 50-300 мм, разделяющие три узких слоя сульфидов.
21. Главная полосчатая руда: сульфиды от сплошных до полосчатой текстуры.
22. Сланцы лежачего бока.
23. Зоны пород полосчатой текстуры лежачего бока.
24. Конгломераты лежачего бока.
25. Тонкослоистые породы лежачего бока.
26. Руда «НИ».
27. Небольшой прослоек верхних алевролитов висячего бока.
28. Руда висячего бока.
29. Руда промежуточных алевролитов.
30. Алевролит «С».
31. Главная полосчатая руда.

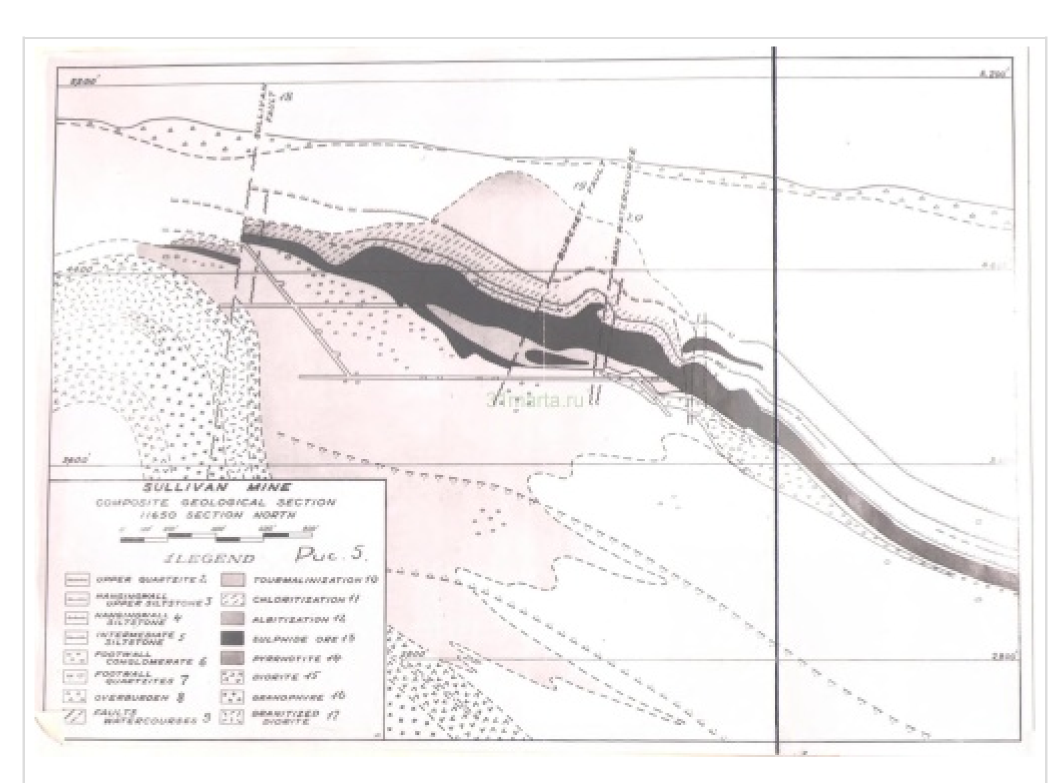


Рис. 5. Сложный геологический разрез по месторождению Сулливан.
1. Условные обозначения.
2. Верхние кварциты.
3. Верхние алевролиты висячего бока.
4. Алевролиты висячего бока.
5. Промежуточные алевролиты.
6. Конгломераты лежачего бока.
7. Кварциты лежачего бока.
8. Наносы.
9. Сбросы. Водоносные трещины.
10. Турмалинизация.
11. Хлоритизация.
12. Альбитизация.
13. Сульфидная руда,
14. Пирротин.
15. Диорит.
16. Гранофир.
17. Гранитизированный диорит.

18. Сброс Сулливан
19. Сброс Бёрчет.
20. Главная водоносная трещин

.

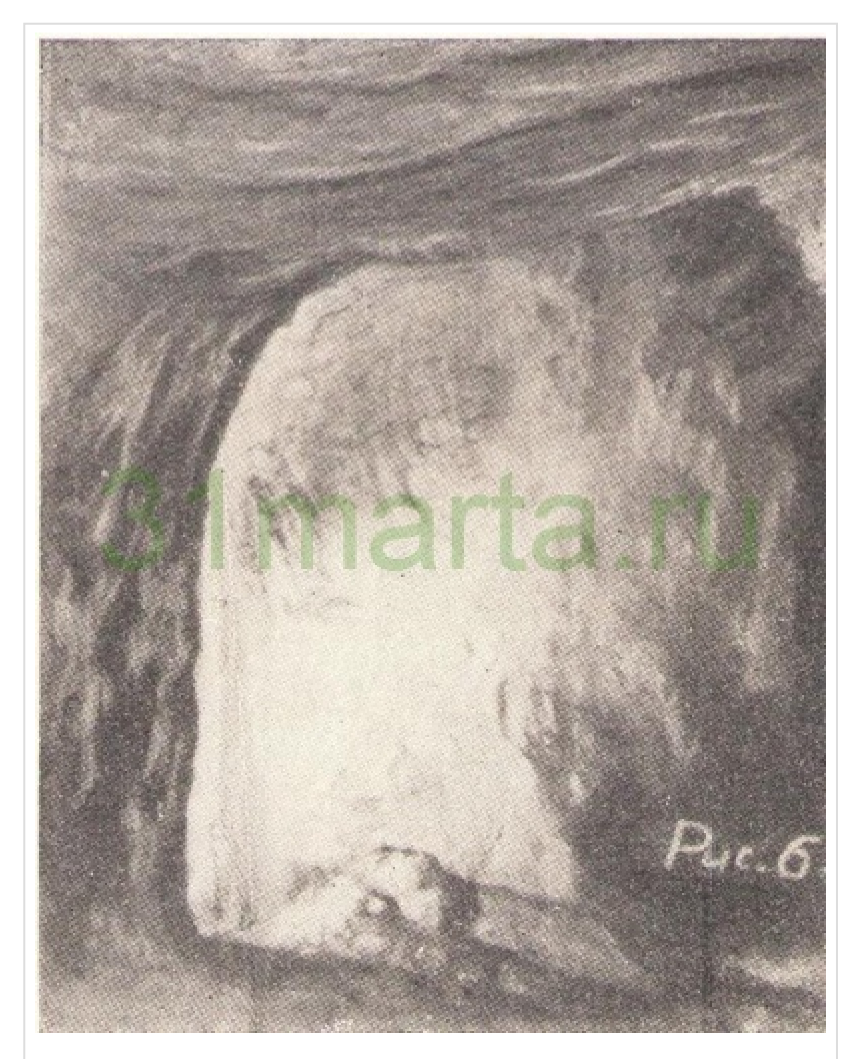


Рис. 6. Часть большой камеры на руднике Сулливан о её размерах можно судить по лестнице, расположенной на заднем плане, слева.

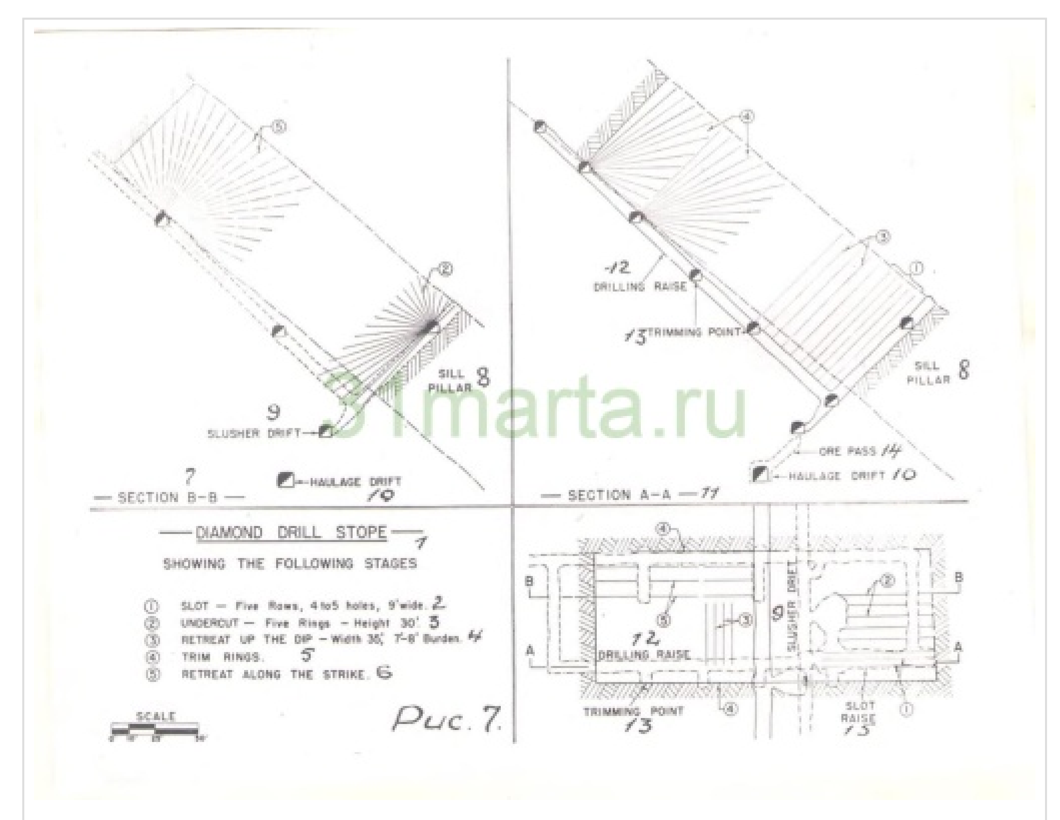


Рис. 7. Камера, отрабатываемая системой с массовой отбойкой руды скважинами алмазного бурения. Применяются кольцевые комплекты скважин, отбиваемых на отрезную щель, и кольцевые комплекты скважин для выравнивания стенок целиков.

1. Камера с указанием порядка отбойки руды скважинами алмазного бурения.
2. Отрезная щель пять рядов по 4-5 скважин, ширина 2,7 м.
3. Подсечка пять кольцевых комплектов скважин высота 9 м.
4. Часть камеры, отбиваемая с отступлением по восстанию – ширина 10,5 м, линия наименьшего сопротивления 2,1- 2.4 м.
5. Кольцевые комплекты выравнивающих скважин.
6. Часть камеры, отбиваемая с отступлением по простиранию.
7. Разрез В-В.
8, Целик в почве камеры.
9. Скреперный штрек.
10. Откаточный штрек.
11.Разрез А-А.
12. Буровой восстающий.
13.Место бурения выравнивающих скважин.
14. Рудоспуск.
15.Отрезной восстающий

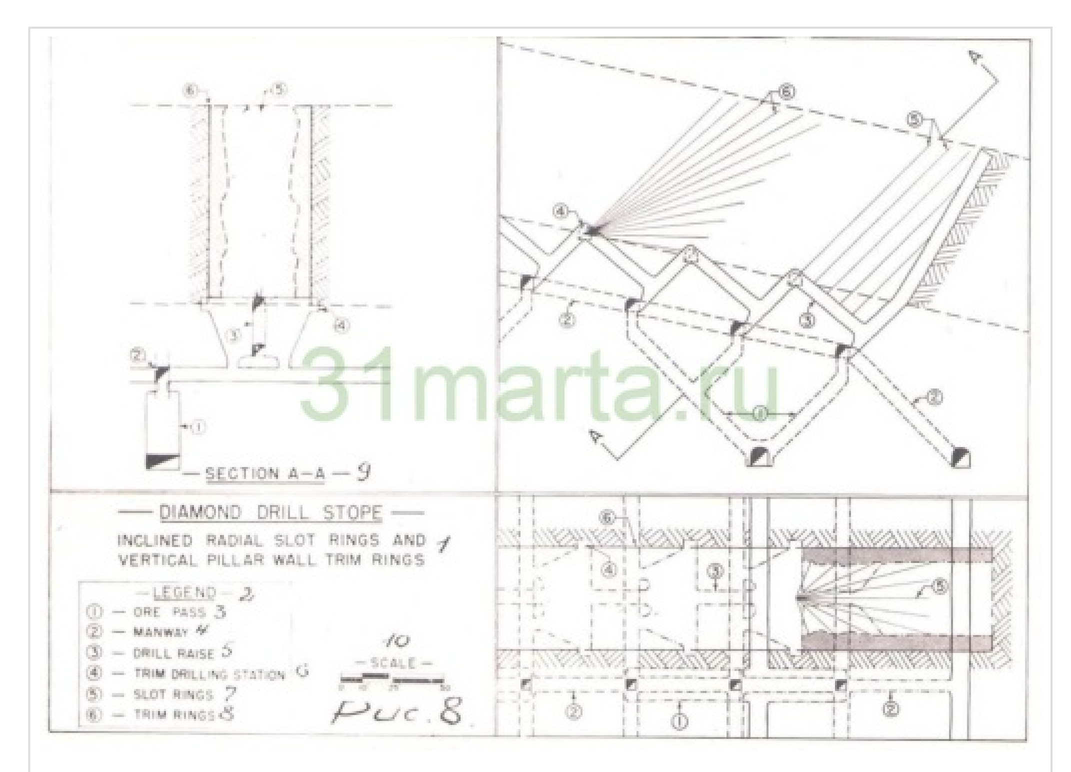


Рис. 8. Различные стадии отработки камеры системой с массовой отбойкой руды скважинами алмазного бурения.

1. Камера, отрабатываемая массовой отбойкой руды скважинами алмазного бурения. Наклонные кольцевые комплекты скважин отбиваемых на отрезную щель, и вертикальные кольцевые комплекты скважин для выравнивания стенок целика.
2. Условные обозначения.
3. Рудоспуск.
4. Ходовой восстающий.
5. Буровой восстающий.
6. Высечка для бурения выравнивающих скважин.
7. Кольцевые комплекты скважин для образования отрезной щели.
8. Кольцевые комплекты выравнивающих скважин.
9. Разрез А-А.
10. Масштаб.

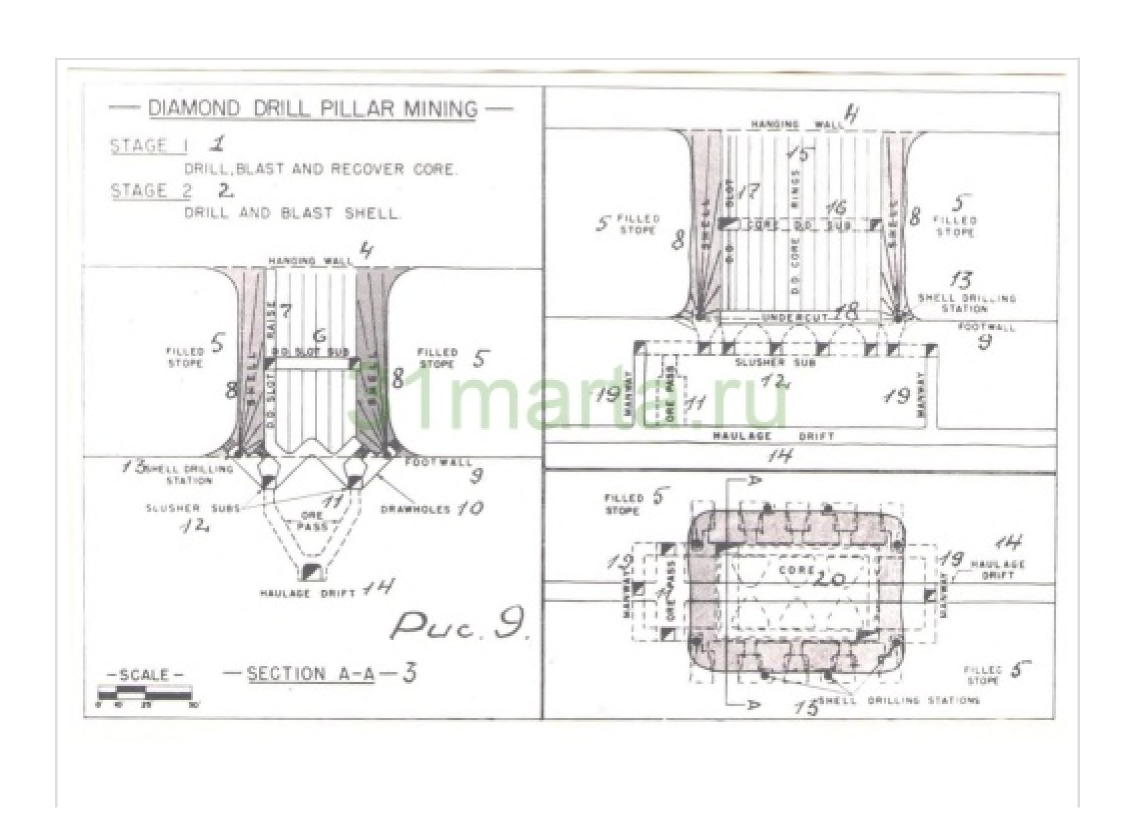


Рис. 9. Отработка целиков с отбойкой руды скважинами алмазного бурения.
1. Стадия 1: Бурение, взрывание и извлечение центральной части целика.
2. Стадия 2: Бурение и взрывание остальной части целика.
3. Разрез А-А.
4. Висячий бок.
5. Заложенная камера.
6. Подэтажная выработка цель для алмазного бурения.
7. Отрезная цель проходится с помощью скважин алмазного бурения.
8. Периферийная часть целика.
9. Лежачий бок.
10. Выпускные дучки.
11. Рудоспуск.
12. Подэтажные скреперные выработки.
13. Место для разбуривания периферийной части целика.
14. Откаточный штрек.
15. Кольцевые комплекты скважин алмазного бурения в центральной части
16. Подэтажная выработка для бурения скважин алмазного бурения в центральной части целика.
17. Отрезная цель (проходится с помощью скважин алмазного бурения).
18. Подсечка.
19. Ходовой восстающий.
20. Центральная часть целика.

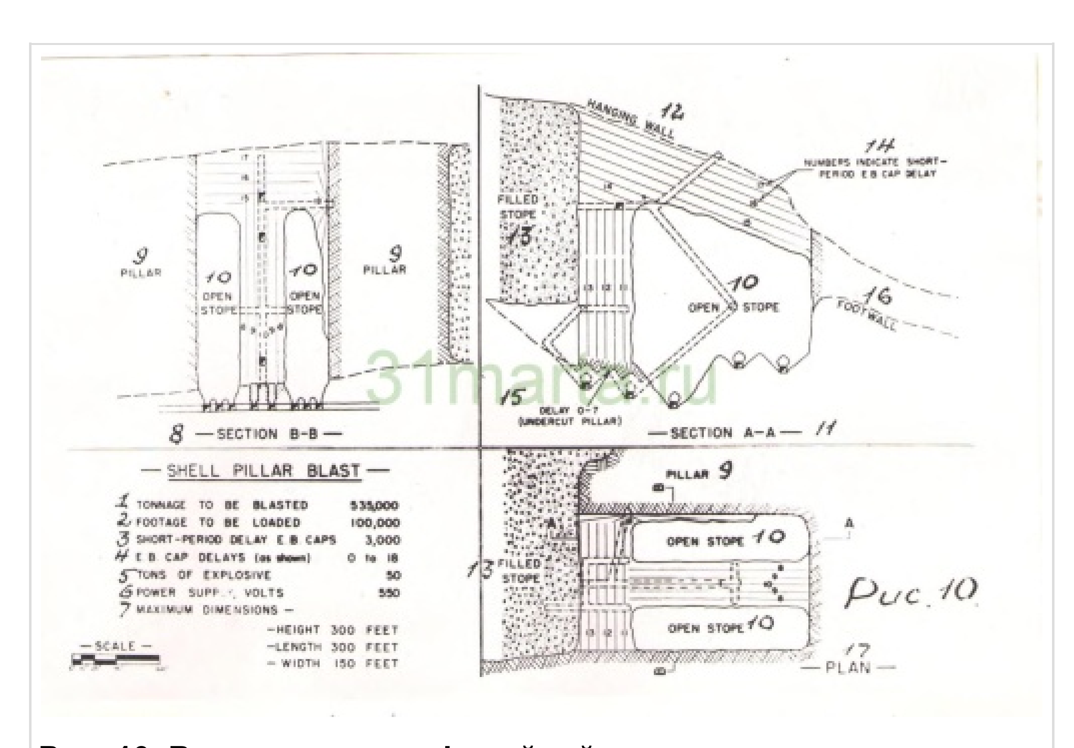


Рис. 10. Взрывание периферийной части целика.
1. Количество руды, подлежащей взрыванию – 535000 т.
2. Общая длина заряжаемых скважин – 30000 п.м.
3. Количество электродетонаторов с коротким замедлением – 3000.
4. Замещение электродетонаторов, как показано от 0 до 18 тысячных сек.
5. Количество ВВ – 50 т.
6. Напряжение тока – 550 В.
7. Максимальные размеры: высота – 90 м, длина – 90 м, ширина – 45 м.

8. Разрез В-В.
9. Целик.
10. Открытая камера.
11. Разрез А-А.
12. Висячий бок.
13. 8алодввная камера.
14. Цифры показывают замедление электродетонаторов с коротким замедлением.
15. Замедление 0 – 7 тысячных сек. /целик подсечки/.
16. Лежачий бок.
17. План.

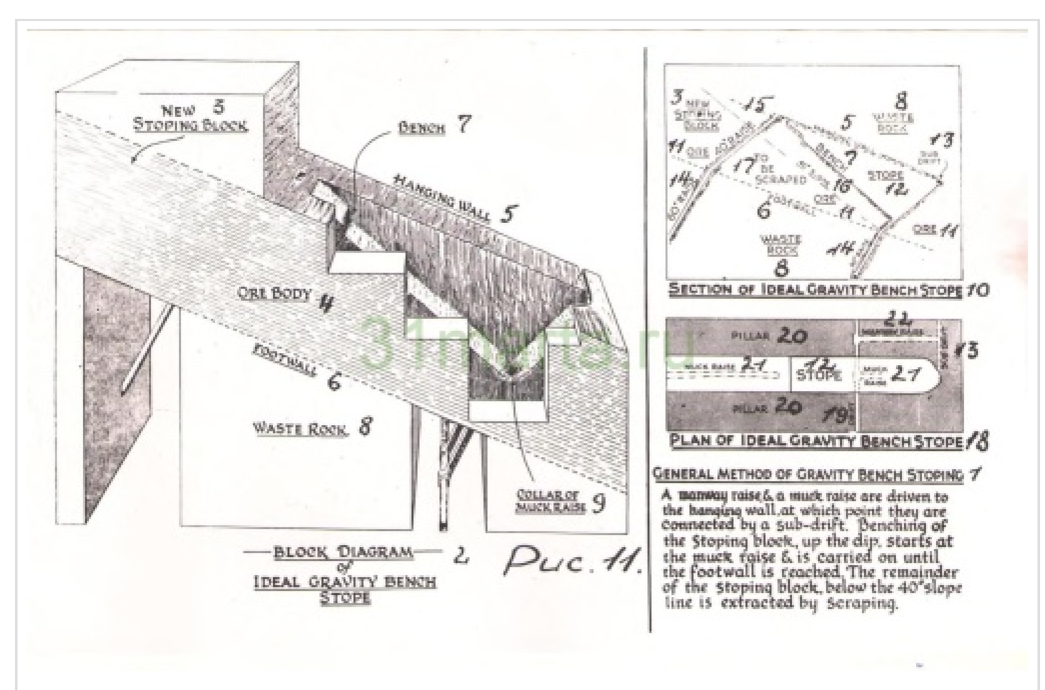


Рис. 11. Пространственная диаграмма идеальные камеры, отрабатываемой уступами с доставкой руды собственным весом.

1. Основной метод отработки уступами с доставкой руды собственным весом к висячему боку
восстающий и рудоспуск, где они соединяются подэтажным штреком. Отработка очистного блока уступами, по восстанию, начинается от рудоспуска и ведется до тех пор, пока не подойдут к лежачему боку. Часть очистного блока ниже линии с наклоном 400 отрабатывается, с помощью скреперования.
2. Пространственная диаграмма отработки камеры с доставкой руды собственным весом.
3. Новый очистной блок.
4. Рудное тело.
5. Висячий бок.
6. Лежачий бок.
7. Уступ.
8. Пустая порода.
9. Устье рудоспуска.
10. Разрез камеры, отрабатываемой уступами с доставкой руды собственным весом.
11. Руда.
12. Камера.
13. Подэтажный штрек.
14. Восстающий с наклоном 600.
15. Восстающий с наклоном 400.
16. Уклон 400.
17. Подлежит отработке.
18. План камеры, отрабатываемой уступам с доставкой руды

собственным весом.
19. Штрек.
20. Целик.
21. Рудоспуск.
22. Ходовой восстающий.

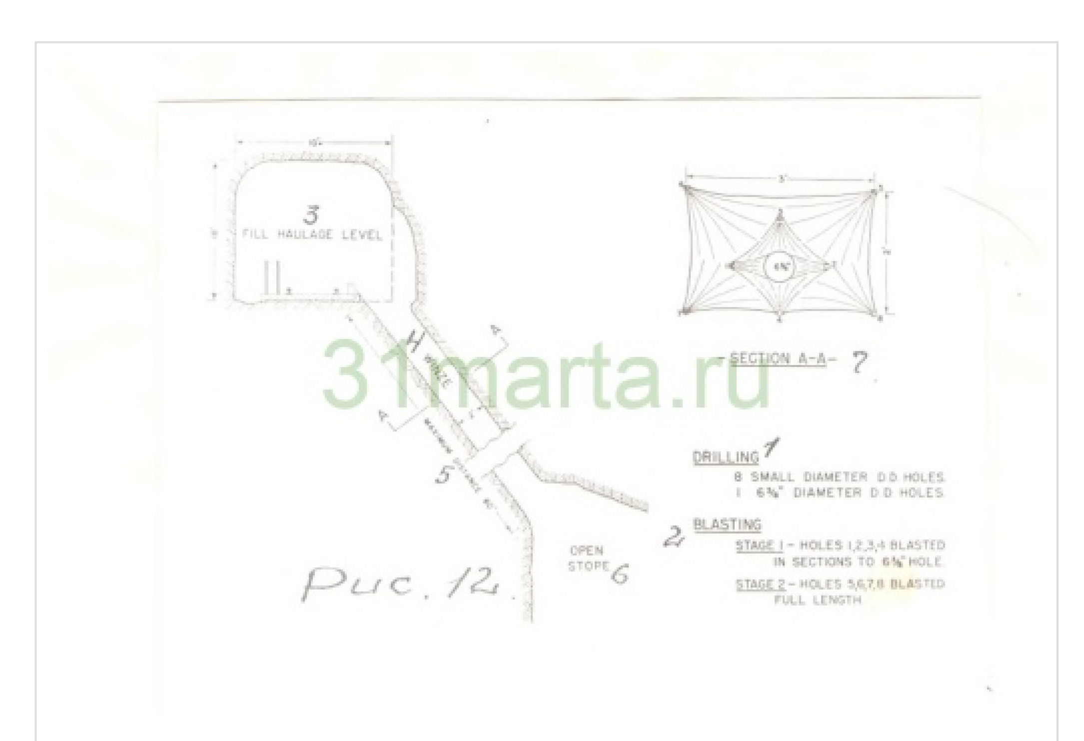


Рис. 12. Восстающий для закладки пустой породой под действием собственного веса проходится о помощью скважин алмазного бурения.

1. Бурение: 8 скважин алмазного бурения небольшого диаметра, одна скважина алмазного бурения диаметром 161 мм.
2. Взрывание: стадия I – скважины 1,2,3,4 взрывались участками по направлению к скважине диаметром 161 мм; стадия 2 – скважины 5,6,7,8 взрывались на полную длину.
3. Откаточный горизонт, по которому доставляется закладка.
4. Восстающий.
5. Максимальное расстояние 24 м.
6. Открытая камера.
7. Разрез А-А.



Рис. 13. Измерение расстояния от почвы до кровли в большой открытой камере.

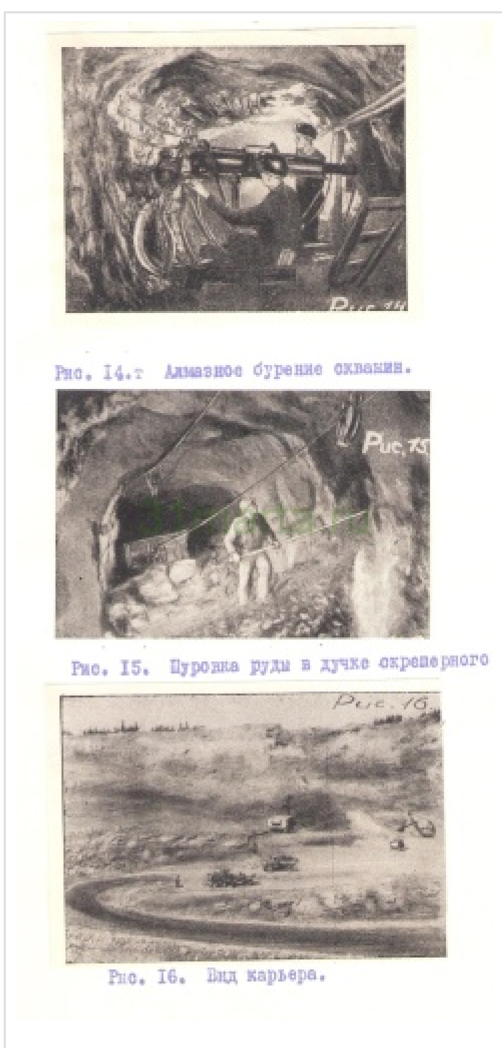


Рис. 14. Алмазное бурение скважин. **Рис. 15.** Шуровка руды в дучке скреперного штрека. **Рис. 16.** Вид карьера.



Рис. 17. Погрузка породы для закладки экскаватором с ковшом ёмкостью 5 м3 в автосамосвал ёмкостью 9,35 м3. **Рис. 18.** Подготовительная выработка, пройденная в сцементировавшейся закладке из пустой породы от установки для обогащения в тяжелых суспензиях.



Рис. 19. Спаренные электровозы и большие вагонетки Гренби у портала штольни горизонта 1170 м.

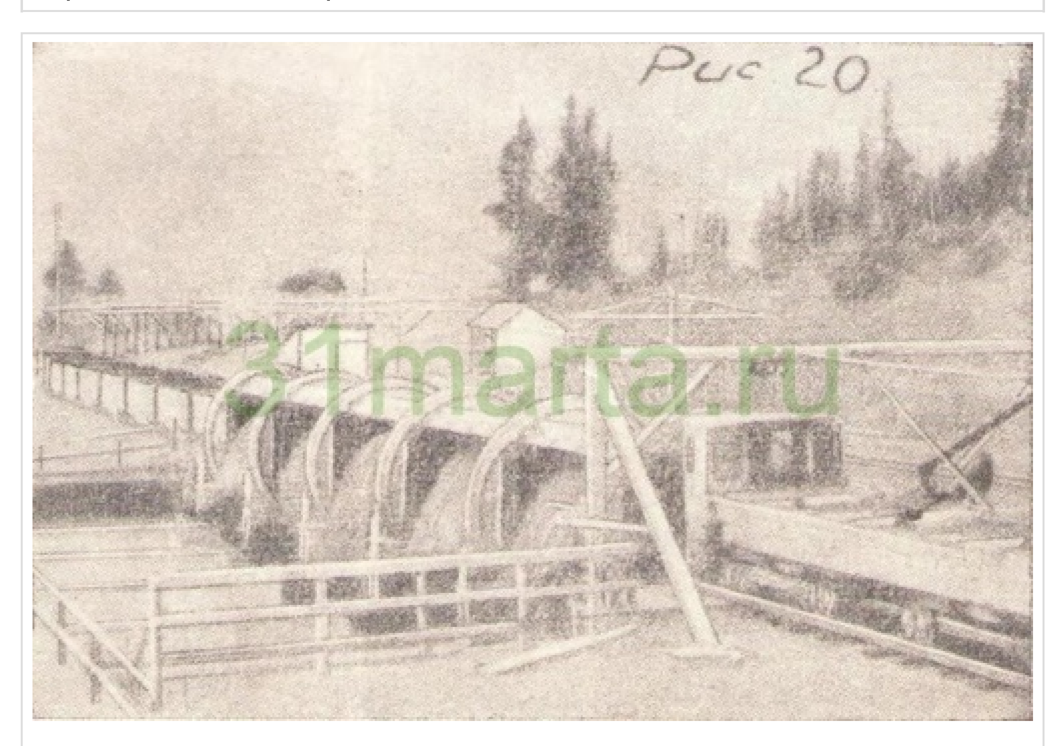


Рис. 20. Разгрузочная станция на пять вагонеток на обогатительной фабрике Сулливан ёмкостью 5 м3 в автосамосвал ёмкостью 9,35 м3.

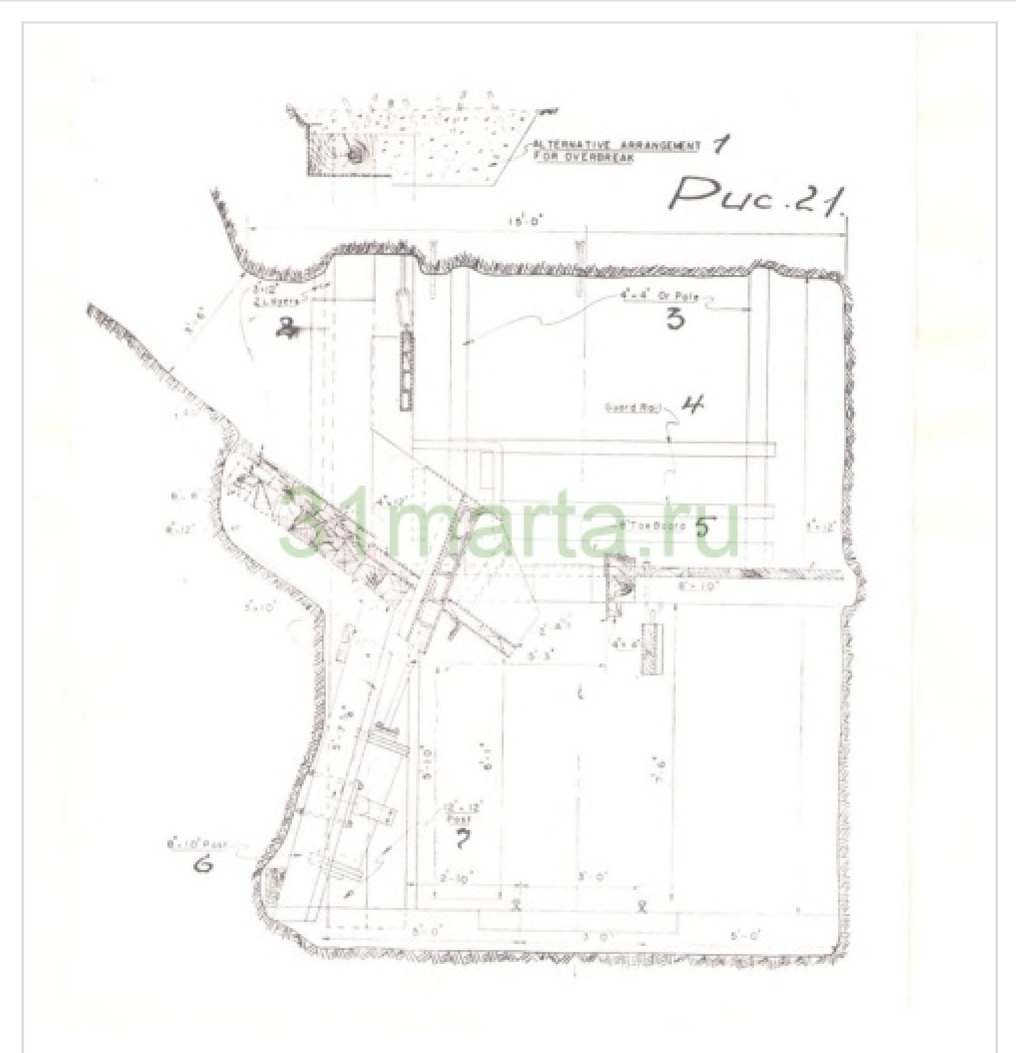


Рис. 21. Погрузочная камера с пневматическим люковым затвором.
1. Защитное устройство от вывалов.

2. Прокладка из досок.
3. Брус 100х100 мм или накатник.
4. Ограждение.
5. Нижний борт размером 200 мм.
6. Стойка размером 200 х 250 мм.
7. Стойка размером 200 х 300 мм.

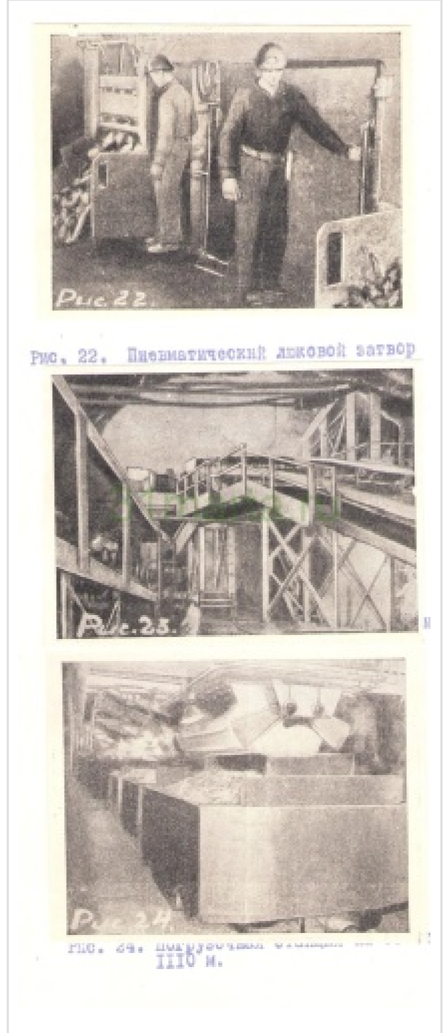


Рис. 22. Пневматический люковой затвор
Рис. 23 Внутренняя часть горизонта 1170,6 м.
Рис. 24. Погрузочная станция на горизонте 1110 м.

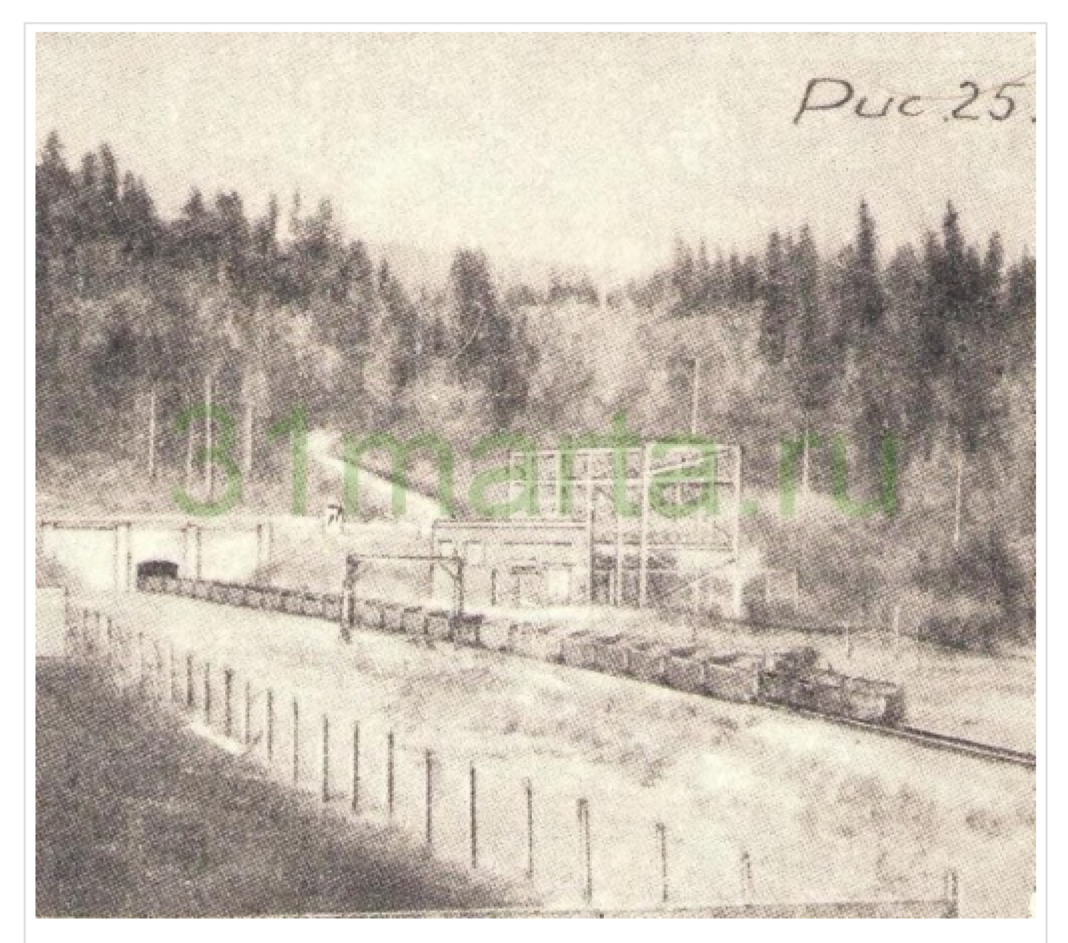


Рис. 25. Состав с рудой, направляющийся на обогатительную фабрику, выходит из штольни горизонта 1110 м.



Рис. 27. Старая гравийная закладка, размытая новым гравием.

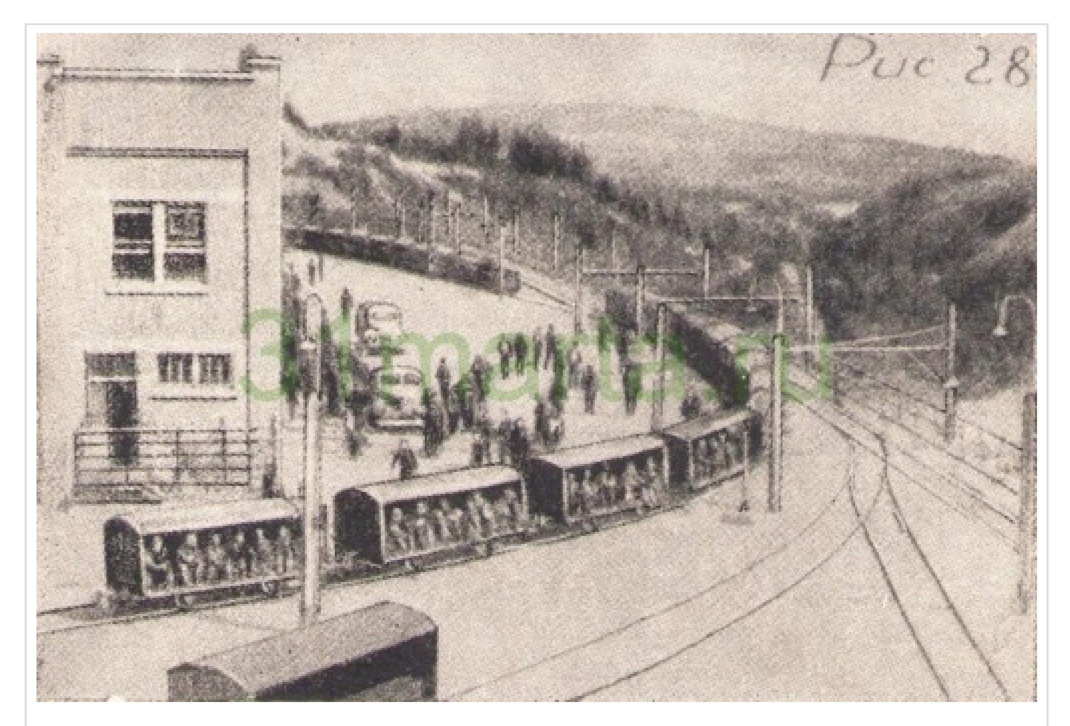


Рис. 28. Людские вагоны у портала штольни горизонта 1170 м.

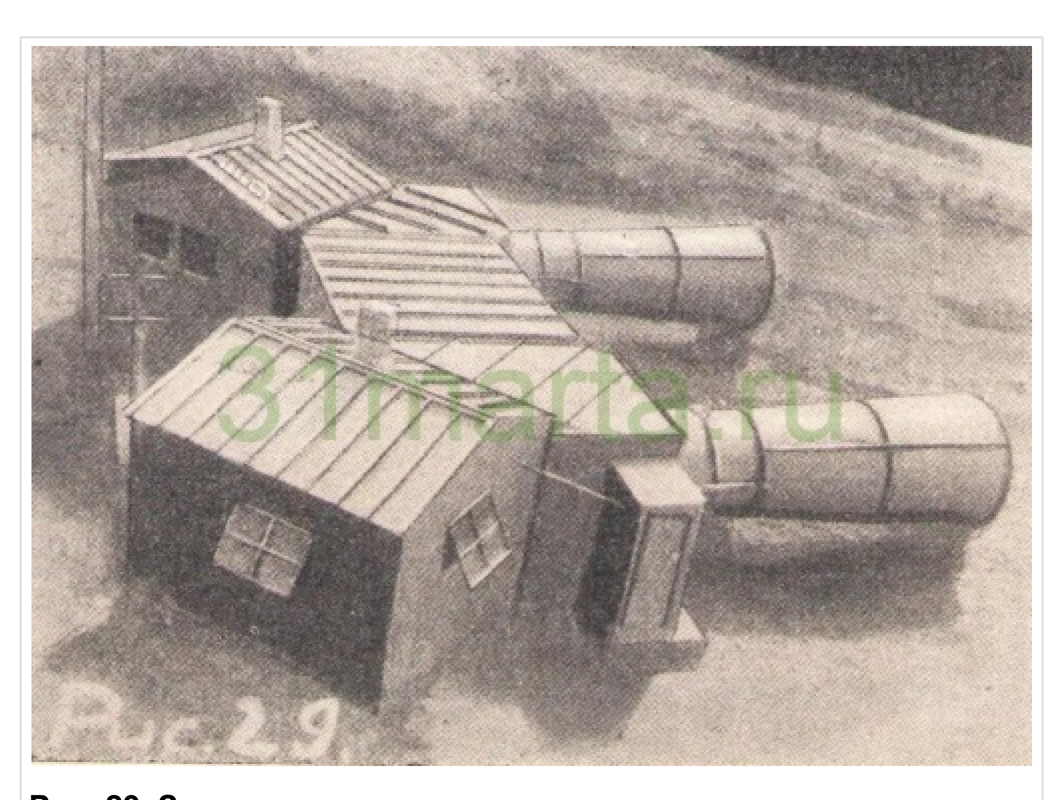


Рис. 29. Здание



Рис. 30. Подземный круговой опрокид на 5 вагонеток для разгрузки закладки из пустой породы от установки для обогащения в тяжелых суспензиях.



Рис. 31. Соединение проводов для зажигания комплекта глубоких скважин в камере.